



Reporte Final de Estadía

Erika Piña Moreno

Determinación de las curvas NIRS a partir de modelos matemáticos estadísticos en alimento balanceado para animales.



Universidad Tecnológica del Centro de Veracruz

Programa Educativo
En procesos Bioalimentarios

Reporte para obtener título de
Ingeniero en Procesos Bioalimentarios

Agroindustrias de Córdoba S.A. DE C.V.

Nombre del proyecto
“Determinación de las curvas NIRS a partir de modelos matemáticos
estadísticos en alimento balanceado para animales”

Presenta
TSU. Erika Piña Moreno

Cuitláhuac, Ver., a 20 de abril de 2018.



Universidad Tecnológica del Centro de Veracruz

Programa Educativo
Procesos Bioalimentarios

Nombre del Asesor Industrial
Q. Xóchitl Paola Reyes Romero

Nombre del Asesor Académico
MC. Ismael Alatraste Pérez

Jefe de Carrera
MCIBQ. Darney Citlaly Martínez días

Nombre del Alumno
TSU. Erika Piña Moreno

AGRADECIMIENTOS

A Dios.

Por haberme permitido llegar hasta este punto y haberme dado salud para lograr mis objetivos, además de su infinita bondad y amor.

A mi madre Rita.

Por haberme apoyado en todo momento, por sus consejos, sus valores, por la motivación constante que me ha permitido ser una persona de bien, pero más que nada, por su amor.

A mi padre Tomas.

Por los ejemplos de perseverancia y constancia que lo caracterizan y que me ha infundado siempre, por el valor mostrado para salir adelante y por su amor.

A mi hijo Said A.

Tu afecto y tu cariño son los detonantes de mi felicidad, de mi esfuerzo, de mis ganas de buscar lo mejor para ti, aun a tu corta edad, me has enseñado y me sigues enseñado muchas cosas de esta vida, te agradezco por ayudarme a encontrar el lado dulce y no amargo de la vida. Eres mi motivación más grande para concluir con éxito este proyecto.

RESUMEN

En la Planta agroindustrias de Córdoba S.A. DE C.V. se produce la línea de Alimentos balanceados para animales, en donde existen parámetros importantes a controlar para garantizar la calidad del producto, los cuales son: la proteína, grasa, humedad, fibra y ceniza, para lograr mantener estos parámetros en valores deseados se determinaron las curvas de calibración a partir de un espectrofotómetro que mide reflectancia en el infrarrojo cercano y que relaciona el espectro de la muestra con los porcentajes de los nutrientes antes mencionados, del producto terminado o en elaboración. Para ello se recopilaron muestras de ambos análisis internos (NIR) y externos de (laboratorio) que en total 53 fueron las muestras de alimento de cerdo, que se correlacionaron con las muestras NIR, muestras analizadas que fueron utilizadas para la generación de las primeras curvas de calibración, de la misma forma se emplearon para el alimento de pollo y sus diferentes fases.

Se utilizó una hoja de cálculo para la obtención de sus parámetros (promedio, desviación estándar, correlación de variación, mínimos y máximos) obtenidos esos parámetros se empleó el software estadístico Minitab 17 en el cual se realizó un análisis de regresión de línea ajustada, nos proporcionó un análisis de varianza y un histograma, el cual muestra el % sesgos de acuerdo al comportamiento de cada análisis y se calculó esa distancia de sesgos (bias) mediante una hoja de cálculo.

Siendo éstas un total de 90 muestras de ambos alimentos, a las que se les realizaron el ajuste de bias.

INDICE GENERAL

	Pagina
Agradecimientos	I
Resumen	II
Capítulo 1. INTRODUCCION	1
1.1 Estado del Arte	2
1.1.2 Bases químicas y físicas	3
1.1.3 Características de la muestra	3
1.1.4 Transformación de espectros y cálculo de ecuaciones.	5
1.2 Planteamiento del problema	6
1.3 Objetivos	7
1.3.1 Objetivo general	7
1.3.4 Objetivos específicos	7
1.4 Definición de variables	8
1.5 Hipótesis	9
1.6 Justificación del proyecto	9
1.7 Limitaciones y Alcances	11
1.8 Agroindustrias de Córdoba S.A. DE C.V.	11
1.8.1 Política	12
1.8.2 Objetivos de calidad	13
1.8.3 Misión	14
1.8.4 Visión	15
1.8.5. Valores estructurales	15
1.8.6 Valores de perspectiva de negocio	16
1.8.7 Principios de calidad	16
Capítulo 2. METODOLOGÍA	17
2.1 Introducción	17
2.2 Recolección y preparación de muestras leídas en el NIR	18
2.3 Diseño experimental simple	18
2.4 Ecuación del modelo matemático estadístico	19
2.5 Informe de proyecto matemático estadístico (diseño experimental simple)	19
2.6 Ecuación del modelo de regresión	20
2.7 Coeficiente de determinación (R^2)	21
Capítulo 3. DESARROLLO DEL PROYECTO	21
3.1 Proceso de recopilación en hoja de calculo	21
3.2 Desarrollo del diseño experimental	21
3.3 Calculo del modelo estadístico matemático	21

Capítulo 4. Resultados y conclusiones	22
4.1 resultados y conclusiones	23
4.2 Resultados de alimento de cerdo fase 3	24
4.3 Análisis de varianza (Humedad)	24
4.4 Ecuación de regresión	25
4.5 Estadísticos descriptivos H. Obtenido y H. Externo.	26
4.6 Análisis de varianza (proteína)	27
4.7 Ecuación de regresión	28
4.8 Estadísticos descriptivos P. Obtenido y P. Externo.	28
4.9 Análisis de varianza (grasa)	29
5 Ecuación de regresión	30
5.1 Estadísticos descriptivos G. Obtenidos y G. Externos	31
5.2 Análisis de varianza (fibra)	32
5.3 Ecuación de regresión	33
5.4 Estadísticos descriptivos F. Obtenidos y F. Externos	33
5.5 Análisis de varianza (ceniza)	34
5.6 Ecuación de regresión	36
5.7 Estadísticos descriptivos C. Obtenidos y C. Externos	37
5.8 Resultados de alimento de cerdo fase 4	38
5.9 Análisis de varianza (humedad)	38
6 Ecuación de regresión	39
6.1 Estadísticos descriptivos H. Obtenidos y H. Externos	40
6.2 Análisis de varianza (proteína)	41
6.3 Ecuación de regresión	42
6.4 Estadístico descriptivo P. Obtenido y P. externo	42
6.5 Análisis de varianza (Grasa)	43
6.6 Ecuación de regresión	44
6.7 Estadísticos descriptivos G. Obtenidos y G. Externo	45
6.8 Análisis de varianza (Fibra)	46
6.9 Ecuación de regresión	47
7 Estadística descriptiva F. Obtenido y F Externo.	47
7.1 Análisis de varianza (Ceniza)	48
7.2 Ecuación de regresión	49
7.3 Estadísticos descriptivos C. Obtenidos y C. Externos	50
7.4 Alimento de cerdo fase 5	51
7.5 Análisis de varianza (Humedad)	51
7.6 Ecuación de regresión	52
7.7 Estadísticas descriptivas de H. Obtenidos y H. externos	53
7.8 Análisis de varianza (Proteína)	54

7.9 Ecuación de regresión	55
8 Estadísticos descriptivos P. Obtenidos y P. Externos	56
8.1 Análisis de varianza (Grasa)	57
8.2 Ecuación de regresión	58
8.3 Estadísticos descriptivos G. Obtenidos y G. E externos.	59
8.4 Análisis de varianza (Fibra)	59
8.5 Ecuación de regresión	60
8.6 Estadísticos descriptivos F. Obtenidos y F. externos	61
8.7 Análisis de varianza (Ceniza)	63
8.8 Ecuación de regresión	63
8.9 Estadísticos descriptivos C. Obtenidos y C. Externos	65
9 Resultados de alimentos de cerdo fase 6	65
9.1 Análisis de varianza (Humedad)	66
9.2 Ecuación de regresión	67
9.3 Estadísticos descriptivos H. Obtenido y H. Externos	68
9.4 Análisis de varianza (Proteína)	69
9.5 Ecuación de regresión	69
9.6 Estadísticos descriptivos P. Obtenido y P. Externo	70
9.7 Análisis de varianza (Grasa)	71
9.8 Ecuación de regresión	72
9.9 Estadísticos descriptivos G. Obtenido y G. Externos	73
10 Análisis de varianza (Fibra)	74
10.1 Ecuación de regresión	74
10.2 Estadísticos descriptivos F. Obtenido y F. Externo	75
10.3 Análisis de varianza (Ceniza)	77
10.4 Ecuación de regresión	78
10.5 Estadísticos descriptivos C. Obtenido C. Externo	79
10.6 Resultados de alimento de cerdo fase 7	79
10.7 Análisis de varianza (Humedad)	80
10.8 Ecuación de regresión	81
10.9 Estadísticos descriptivos H. Obtenido y H. Externo	82
11 Análisis de varianza (Proteína)	83
11.1 Ecuación de regresión	83
11.2 Estadísticos descriptivos de P. Obtenido y P. Externo	84
11.3 Análisis de varianza (Grasa)	85
11.4 Ecuación de regresión	86
11.5 Estadísticos descriptivos G. Obtenidos y G. Externos	87
11.6 Análisis de varianza (Fibra)	88
11.7 Ecuación de regresión	89

11.8 Estadísticos descriptivos F. Obtenidos y F. Externos	91
11.9 Análisis de varianza (Ceniza)	92
12 Ecuación de regresión	92
12.1 Estadísticos descriptivos C. Obtenido y C. Externo	93
12.2 Resultados de alimento de cerdo Adapta 1	94
12.3 Análisis de varianza (Humedad)	95
12.4 Ecuación de regresión	96
12.5 Estadísticos descriptivos H. Obtenidos y H. Externos	96
12.6 Análisis de varianza (Proteína)	97
12.7 Ecuación de regresión	98
12.8 Estadísticos descriptivos P. Obtenido y P. Externo	99
12.9 Análisis de varianza (Grasa)	100
13 Ecuación de regresión	101
13.1 Estadísticos descriptivos G. Obtenido y G. Externos	102
13.2 Análisis de varianza (Fibra)	102
13.3 Ecuación de regresión	103
13.4 Estadísticos descriptivos F. Obtenido y F. Externos.	105
13.5 Análisis de varianza (Ceniza)	106
13.6 Ecuación de regresión	107
13.7 Estadísticos descriptivos C. Obtenidos y C. Externos	107
13.8 Alimento de cerdo Adaptación F2	108
13.9 Análisis de varianza (Humedad)	109
14 Ecuación de regresión	110
14.1 Estadísticos descriptivos H. Obtenidos y H. Externos.	111
14.2 Análisis de varianza (Proteína)	111
14.3 Ecuación de regresión	112
14.4 Estadísticos descriptivos P. Obtenido y P. Externo	113
14.5 Análisis de varianza (Grasa)	114
14.6 Ecuación de regresión	115
14.7 Estadísticos descriptivos G. Obtenidos y G. Externos	116
14.8 Análisis de varianza (Fibra)	116
14.9 Ecuación de regresión	117
15 Estadísticos descriptivos F. Obtenidos y F. Externos	119
15.1 Análisis de varianza (Ceniza)	120
15.2 Ecuación de regresión	121
15.3 Estadísticos descriptivos C. Obtenidos y C. Externos.	121
15.4 Alimento de cerdo fase gestación	122
15.5 Análisis de varianza (Humedad)	123
15.6 Ecuación de regresión	124

15.7 Estadísticos descriptivos H. Obtenido y H. Externo	125
15.8 Análisis de varianza (Proteína)	126
15.9 Ecuación de regresión	126
16 Estadísticos descriptivos P. Obtenido y P. Externo.	127
16.1 Análisis de varianza (Grasa)	128
16.2 Ecuación de regresión	129
16.3 Estadísticos descriptivos F. Obtenido y F. Externo	130
16.4 Análisis de varianza (Fibra)	131
16.5 Ecuación de regresión	132
16.6 Estadísticos descriptivos F. Obtenido y F. Externos.	133
16.7 Análisis de varianza (Ceniza)	134
16.8 Ecuación de regresión	134
16.9 Estadísticos descriptivos C. Obtenido y C. Externo	134
17 Alimento de cerdo fase Lactancia	135
17.1 Análisis de varianza (Humedad)	136
17.2 Ecuación de regresión	137
17.3 Estadísticos descripción H. Obtenidos y H. Externo	138
17.4 Análisis de varianza (Proteína)	138
17.5 Ecuación de regresión	140
17.6 Estadísticos descriptivos de P. Obtenidos y P. Externos.	141
17.8 Análisis de varianza (Grasa)	142
17.9 Ecuación de regresión	143
18 Estadísticos descriptivos G. Obtenido y G. Externos.	143
18.1 Análisis de varianza (Fibra)	144
18.2 Ecuación de regresión	146
18.3 Estadísticos descriptivos F. Obtenidos y F. Externos	147
18.4 Análisis de varianza (Ceniza)	148
18.5 Ecuación de regresión	148
18.6 Estadísticos descriptivos de C. Obtenidos y C. Externos	149
18.7 Alimento de pollo fase inicial	150
18.8 Análisis de varianza fase inicial (Humedad)	151
18.9 Ecuación de regresión	152
19 Estadísticos descriptivos H. Obtenidos y H. Externos	152
19.1 Análisis de varianza (Proteína)	153
19.2 Ecuación de regresión	154
19.3 Estadísticos descriptivos P. Obtenido y P. Externo	155
19.4 Análisis de varianza fase inicial (Grasa)	156
19.5 Ecuación de regresión	157
19.6 Estadísticos descriptivos G. Obtenido y G. Externos	157

19.7	Análisis de varianza fase inicial (Fibra)	158
19.8	Ecuación de regresión	160
19.9	Estadísticos descriptivos F. Obtenido y F. Externos.	161
20	Análisis de varianza (Ceniza)	162
20.1	Ecuación de regresión	162
20.2	Estadísticos descriptivos C. Obtenidos y C. Externos	163
20.3	Alimento de pollo fase crecimiento.	164
20.4	Análisis de varianza fase crecimiento (Humedad)	165
20.5	Ecuación de regresión	166
20.6	Estadísticos descriptivos H. Obtenidos y H. Externos	166
20.7	Análisis de varianza (Proteína)	167
20.8	Ecuación de regresión	168
20.9	Estadísticos descriptivos P. Obtenido y P. Externo	170
30	Análisis de varianza fase crecimiento (Grasa)	171
30.1	Ecuación de regresión	171
30.2	Estadísticos descriptivos G. Obtenido y G. Externos	172
30.3	Análisis de varianza fase crecimiento (Fibra)	174
30.4	Ecuación de regresión	175
30.5	Estadísticos descriptivos F. Obtenido y F. Externos.	176
30.6	Análisis de varianza (Ceniza)	176
30.7	Ecuación de regresión	177
30.8	Estadísticos descriptivos C. Obtenidos y C. Externos	178
30.9	Alimento de pollo fase final 1	179
40	Análisis de varianza fase final 1 (Humedad)	180
40.1	Ecuación de regresión	180
40.2	Estadísticos descriptivos H. Obtenidos y H. Externos	181
40.3	Análisis de varianza (Proteína)	182
40.4	Ecuación de regresión	183
40.5	Estadísticos descriptivos P. Obtenido y P. Externo	184
40.6	Análisis de varianza fase final 1 (Grasa)	185
40.7	Ecuación de regresión	185
40.8	Estadísticos descriptivos G. Obtenido y G. Externos	187
40.9	Análisis de varianza fase final 1 (Fibra)	188
50	Ecuación de regresión	189
50.1	Estadísticos descriptivos F. Obtenido y F. Externos.	189
50.2	Análisis de varianza (Ceniza)	185
50.3	Ecuación de regresión	185
50.4	Alimento de pollo fase final 2.	187
50.5	Análisis de varianza fase final 2 (Humedad)	188

50.6 Ecuación de regresión	189
50.7 Estadísticos descriptivos H. Obtenidos y H. Externos	189
50.8 Análisis de varianza (Proteína)	190
50.9 Ecuación de regresión	192
60 Estadísticos descriptivos P. Obtenido y P. Externo	193
60.1 Análisis de varianza fase final 2 (Grasa)	193
60.2 Ecuación de regresión	193
60.3 Estadísticos descriptivos G. Obtenido y G. Externos	194
60.4 Análisis de varianza fase final 2 (Fibra)	195
60.5 Ecuación de regresión	196
60.6 Estadísticos descriptivos F. Obtenido y F. Externos.	197
60.7 Análisis de varianza (Ceniza)	198
60.8 Ecuación de regresión	198
60.9 Estadísticos descriptivos C. Obtenidos y C. Externos	199
70 Conclusión	222
70.1 Trabajos Futuros	223
70.2 Recomendaciones	223
Anexos	241
Bibliografía	244

INDICE DE FIGURAS

	Pag
Figura 1	Análisis de regresión de línea ajustada (fase 3 humedad) 24
Figura 2	Parámetros del conjunto de muestras (fase 3 humedad) 25
Figura 3	Análisis de regresión de línea ajustada (fase 3 proteína) 26
Figura 4	Parámetros del conjunto de muestras (fase3 proteína) 27
Figura 5	Análisis de regresión de línea ajustada (fase 3 grasa) 29
Figura 6	Parámetros del conjunto de muestras (fase3 grasa) 30
Figura 7	Análisis de regresión de línea ajustada (fase 3 fibra) 31
Figura 8	Parámetros del conjunto de muestras (fase3 fibra) 32
Figura 9	Análisis de regresión de línea ajustada (fase 3 ceniza) 34
Figura 10	parámetros del conjunto de muestras (fase3 ceniza) 35
Figura 11	Análisis de regresión de línea ajustada (fase 4 humedad) 38
Figura 12	Parámetros del conjunto de muestras (fase 4 humedad) 39
Figura 13	Análisis de regresión de línea ajustada (fase 4 proteína) 40
Figura 14	Parámetros del conjunto de muestras (fase proteína) 41
Figura 15	Análisis de regresión de línea ajustada (fase 4 grasa) 43
Figura 16	Parámetros del conjunto de muestras (fase 4 grasa) 44
Figura 17	Análisis de regresión de línea ajustada (fase 4 fibra) 45
Figura 18	Parámetros del conjunto de muestras (fase 4 fibra) 46
Figura 19	Análisis de regresión de línea ajustada (fase 4 ceniza) 48
Figura 20	Análisis de regresión de línea ajustada (fase 5 humedad) 51
Figura 21	Parámetros del conjunto de muestras (fase 5 humedad) 52
Figura 22	Análisis de regresión de línea ajustada (fase 5 proteína) 53
Figura 23	Parámetros del conjunto de muestras (fase 5 proteína) 54
Figura 24	Análisis de regresión de línea ajustada (fase 5 grasa) 56
Figura 25	Parámetros del conjunto de muestras (fase 5 grasa) 57
Figura 26	Análisis de regresión de línea ajustada (fase 5 fibra) 58
Figura 27	Parámetros del conjunto de muestras (fase 5 fibra) 59
Figura 28	Análisis de regresión de línea ajustada (fase 5 ceniza) 61
Figura 29	Parámetros del conjunto de muestras (fase 5 ceniza) 62
Figura 30	Análisis de regresión de línea ajustada (fase 6 humedad) 65
Figura 3.1.2	Parámetros del conjunto de muestras (fase6 humedad) 66
Figura 3.1.3	Análisis de regresión de línea ajustada (fase 6 proteína) 67
Figura 3.1.4	Parámetros del conjunto de muestras (fase 6 proteína) 68
Figura 3.1.5	Análisis de regresión de línea ajustada (fase 6 grasa) 70
Figura 3.1.6	Parámetros del conjunto de muestras (fase 6 grasa) 71
Figura 3.1.7	Análisis de regresión de línea ajustada (fase 6 fibra) 72
Figura 3.1.8	Parámetros del conjunto de muestras (fase 6 fibra) 73

Figura 3.1.9	Análisis de regresión de línea ajustada (fase 6 ceniza)	75
Figura 4.1.1	Parámetros del conjunto de muestras (fase 6 ceniza)	76
Figura 4.1.2	Análisis de regresión de línea ajustada (fase 7 humedad)	79
Figura 4.1.3	Parámetros del conjunto de muestras (fase 7 humedad)	80
Figura 4.1.4	Análisis de regresión de línea ajustada (fase 7 proteína)	81
Figura 4.1.5	Parámetros del conjunto de muestras (fase 7 proteína)	82
Figura 4.1.6	Análisis de regresión de línea ajustada (fase 7 grasa)	84
Figura 4.1.7	Parámetros del conjunto de muestras (fase 7 grasa)	85
Figura 4.1.8	Análisis de regresión de línea ajustada (fase 7 fibra)	86
Figura 4.1.9	Parámetros del conjunto de muestras (fase 7 fibra)	87
Figura 5.1.1	Análisis de regresión de línea ajustada (fase 7 ceniza)	89
Figura 5.1.2	Parámetros del conjunto de muestras (fase 7 ceniza)	90
Figura 5.1.3	Análisis de regresión de línea ajustada (fase adapta 1)	93
Figura 5.1.4	Parámetros del conjunto de muestras (fase adapta 1)	94
Figura 5.1.5	Análisis de regresión de línea ajustada (fase adapta 1)	95
Figura 5.1.6	Parámetros del conjunto de muestras (fase adapta 1)	96
Figura 5.1.7	Análisis de regresión de línea ajustada (fase adapta 1)	98
Figura 5.1.8	Parámetros del conjunto de muestras (fase adapta 1)	99
Figura 5.1.9	Análisis de regresión de línea ajustada (fase adapta 1)	100
Figura 6.1.1.	Parámetros del conjunto de muestras (fase adapta 1)	101
Figura 6.1.2	Análisis de regresión de línea ajustada (fase adapta 1)	102
Figura 6.1.3	Parámetros del conjunto de muestras (fase adapta 1)	104
Figura 6.1.4	Análisis de regresión de línea ajustada (fase adapta 2)	107
Figura 6.1.5	Parámetros del conjunto de muestras (fase adapta 2)	109
Figura 6.1.6	Análisis de regresión de línea ajustada (fase adapta 2)	110
Figura 6.1.7	Parámetros del conjunto de muestras (fase adapta 2)	112
Figura 6.1.8	Análisis de regresión de línea ajustada (fase adapta 2)	113
Figura 6.1.9	Parámetros del conjunto de muestras (fase adapta 2)	114
Figura 7.1.1	Análisis de regresión de línea ajustada (fase adapta 2)	115
Figura 7.1.2	Parámetros del conjunto de muestras (fase adapta 2)	117
Figura 7.1.3	Análisis de regresión de línea ajustada (fase adapta 2)	118
Figura 7.1.4	Parámetros del conjunto de muestras (fase adapta 2)	121
Figura 7.1.5	Análisis de regresión de línea ajustada (fase gestación)	123
Figura 7.1.6	Parámetros del conjunto de muestras (fase gestación)	124
Figura 7.1.7	Análisis de regresión de línea ajustada (fase gestación)	126
Figura 7.1.8	Parámetros del conjunto de muestras (fase gestación)	127
Figura 7.1.9	Análisis de regresión de línea ajustada (fase gestación)	128
Figura 8.1.1	Parámetros del conjunto de muestras (fase gestación)	129
Figura 8.1.2	Análisis de regresión de línea ajustada (fase gestación)	131

Figura 8.1.3	Parámetros del conjunto de muestras (fase gestación)	132
Figura 8.1.4	Análisis de regresión de línea ajustada (fase gestación)	134
Figura 8.1.5	Parámetros del conjunto de muestras (fase gestación)	135
Figura 8.1.6	Análisis de regresión de línea ajustada (fase lactancia)	136
Figura 8.1.7	Parámetros del conjunto de muestras (fase lactancia)	137
Figura 8.1.8	Análisis de regresión de línea ajustada (fase lactancia)	139
Figura 8.1.9	Parámetros del conjunto de muestras (fase lactancia)	141
Figura 9.1.1	Análisis de regresión de línea ajustada (fase lactancia)	142
Figura 9.1.2	Parámetros del conjunto de muestras (fase lactancia)	144
Figura 9.1.3	Análisis de regresión de línea ajustada (fase lactancia)	145
Figura 9.1.4	Parámetros del conjunto de muestras (fase lactancia)	148
Figura 9.1.5	Análisis de regresión de línea ajustada (fase lactancia)	149
Figura 9.1.6	Parámetros del conjunto de muestras (fase lactancia)	150
Figura 9.1.7	Análisis de regresión de línea ajustada (fase inicial)	151
Figura 9.1.8	Parámetros del conjunto de muestras (fase inicial)	153
Figura 9.1.9	Análisis de regresión de línea ajustada (fase inicial)	154
Figura 10.1.	Parámetros del conjunto de muestras (fase inicial)	155
Figura 10.2.	Análisis de regresión de línea ajustada (fase inicial)	156
Figura 10.3.	Parámetros del conjunto de muestras (fase inicial)	158
Figura 10.4.	Análisis de regresión de línea ajustada (fase inicial)	159
Figura 10.5	Parámetros del conjunto de muestras (fase inicial)	162
Figura 10.6.	Análisis de regresión de línea ajustada (fase inicial)	164
Figura 10.9.	parámetros del conjunto de muestras (fase inicial)	165
Figura 11.1.	Análisis de regresión de línea ajustada (fase crecimiento)	167
Figura 11.2.	parámetros del conjunto de muestras (fase crecimiento)	168
Figura 11.3.	Análisis de regresión de línea ajustada(fase crecimiento)	169
Figura 11.4.	parámetros del conjunto de muestras (fase crecimiento)	170
Figura 11.5.	Análisis de regresión de línea ajustada (fase crecimiento)	172
Figura 11.6.	parámetros del conjunto de muestras (fase crecimiento)	173
Figura 11.7.	Análisis de regresión de línea ajustada (fase crecimiento)	176
Figura 11.8	parámetros del conjunto de muestras (fase crecimiento)	177
Figura 11.9.	Análisis de regresión de línea ajustada (fase crecimiento)	172
Figura 12.1.	parámetros del conjunto de muestras (fase crecimiento)	172
Figura 12.2.	Análisis del regresión de línea ajustada (fase final 1)	173
Figura 12.3.	parámetros del conjunto de muestras (fase final 1)	176
Figura 12.4.	Análisis de regresión de línea ajustada (fase final 1)	172
Figura 12.5.	parámetros del conjunto de muestras (fase final 1)	178
Figura 12.6.	Análisis de regresión de línea ajustada (fase final 1)	179
Figura 12.7.	parámetros del conjunto de muestras (fase final 1)	182

Figura 12.8.	Análisis de regresión de línea ajustada (fase final 1)	183
Figura 12.9.	parámetros del conjunto de muestras (fase final 1)	184
Figura 13.1	Análisis de regresión de línea ajustada (fase final 1)	186
Figura 13.2	Análisis de regresión de línea ajustada (fase final 2)	189
Figura 13.3	parámetros del conjunto de muestras (fase final 2)	190
Figura 13.4	Análisis de regresión de línea ajustada (fase final 2)	192
Figura 13.5	parámetros del conjunto de muestras (fase final 2)	199
Figura 13.6	Análisis de regresión de línea ajustada (fase final 2)	194
Figura 13.7	Parámetros del conjunto de muestras (fase final 2)	196
Figura 13.8	Análisis de regresión de línea ajustada (fase final 2)	197
Figura 13.9	parámetros del conjunto de muestras (fase final 2)	197
Figura 14.1	Análisis de regresión de línea ajustada (fase final 2)	199
Figura 14.2	parámetros del conjunto de muestras (fase final 2)	200

INDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Muestras seleccionadas por el obtenidos por NIR y por química humedad	21
Tabla 2. Análisis de varianza (humedad fase 3)	22
Tabla 3. Análisis de varianza (proteína fase 3)	24
Tabla 4. Análisis de varianza (grasa fase 3)	27
Tabla 5. Análisis de varianza (fibra fase 3)	29
Tabla 6. Análisis de varianza (ceniza fase 3)	32
Tabla 7. Muestras seleccionadas y obtenidos por NIR y por química humedad	35
Tabla 8. Análisis de varianza (humedad fase 4)	38
Tabla 9. Análisis de varianza (proteína fase 4)	41
Tabla 10. Análisis de varianza (grasa fase 4)	43
Tabla 12. Análisis de varianza (fibra fase 4)	46
Tabla 13. Muestras seleccionadas y obtenidos por NIR y por química humedad	48
Tabla 14. Análisis de varianza (humedad fase 5)	49
Tabla 15. Análisis de varianza (proteína fase 5)	51
Tabla 16. Análisis de varianza (grasa fase 5)	54
Tabla 17. Análisis de varianza (fibra fase 5)	56
Tabla 18. Análisis de varianza (ceniza fase 5)	58
Tabla 19. Muestras seleccionadas por los obtenidos por NIR y por química humedad	61
Tabla 20. Análisis de varianza (humedad fase 6)	64
Tabla 21. Análisis de varianza (proteína fase 6)	67
Tabla 22. Análisis de varianza (grasa fase 6)	69
Tabla 23. Análisis de varianza (fibra fase 6)	71
Tabla 24. Análisis de varianza (ceniza fase 6)	72
Tabla 25. Muestras seleccionadas por los obtenidos por NIR y por química humedad	74
Tabla 26. Análisis de varianza (humedad fase 7)	75
Tabla 27. Análisis de varianza (proteína fase 7)	77
Tabla 28. Análisis de varianza (grasa fase 7)	80
Tabla 29. Análisis de varianza (fibra fase 7)	82
Tabla 30. Análisis de varianza (ceniza fase 7)	85
Tabla 31. Muestras seleccionadas y obtenidos por NIR y por química humedad	88
Tabla 32. Análisis de varianza (humedad fase adapta F1)	89
Tabla 33. Análisis de varianza (proteína fase adapta F1)	91
Tabla 34. Análisis de varianza (grasa fase adapta F1)	94
Tabla 35. Análisis de varianza (fibra fase adapta F1)	96
Tabla 36. Análisis de varianza (ceniza fase adapta F1)	99
Tabla 37. Muestras seleccionadas por los obtenidos por NIR y por química humedad	102
Tabla 38. Análisis de varianza (humedad fase adapta F2)	103

Tabla 39.	Análisis de varianza (proteína fase adapta F2)	105
Tabla 40.	Análisis de varianza (grasa fase adapta F2)	108
Tabla 41.	Análisis de varianza (fibra fase adapta F2)	110
Tabla 42.	Análisis de varianza (ceniza fase adapta F2)	113
Tabla 43.	Muestras seleccionadas y obtenidos por NIR y por química humedad	116
Tabla 44	Análisis de varianza (humedad fase gestación)	117
Tabla 45	Análisis de varianza (proteína fase gestación)	119
Tabla 46	Análisis de varianza (grasa fase gestación)	122
Tabla 47	Análisis de varianza (fibra fase gestación)	125
Tabla 48	Análisis de varianza (ceniza fase gestación)	127
Tabla 49	Muestras seleccionadas y obtenidos por NIR y por química humedad	130
Tabla 50	Análisis de varianza (humedad fase lactancia)	131
Tabla 51	Análisis de varianza (proteína fase lactancia)	133
Tabla 52	Análisis de varianza (grasa fase lactancia)	136
Tabla 53	Análisis de varianza (fibra fase lactancia)	138
Tabla 54	Análisis de varianza (ceniza fase lactancia)	141
Tabla 55	Muestras seleccionadas obtenidos por NIR y por química humedad	143
Tabla 56	Análisis de varianza (humedad fase inicial)	144
Tabla 57	Análisis de varianza (proteína fase inicial)	146
Tabla 58	Análisis de varianza (grasa fase inicial)	149
Tabla 59	Análisis de varianza (fibra fase inicial)	151
Tabla 60	Análisis de varianza (ceniza fase inicial)	154
Tabla 61	Muestras seleccionadas y obtenidos por NIR y por química humedad	156
Tabla 62	Análisis de varianza (humedad fase crecimiento)	157
Tabla 63	Análisis de varianza (proteína fase crecimiento)	159
Tabla 64	Análisis de varianza (grasa fase crecimiento)	162
Tabla 65	Análisis de varianza (fibra fase crecimiento)	164
Tabla 66	Análisis de varianza (ceniza fase crecimiento)	167
Tabla 67	Muestras seleccionadas y obtenidos por NIR y por química humedad	170
Tabla 68	Análisis de varianza (humedad fase Final 1)	171
Tabla 69	Análisis de varianza (proteína fase Final 1)	173
Tabla 70	Análisis de varianza (grasa fase Final 1)	176
Tabla 71	Análisis de varianza (fibra fase Final 1)	178
Tabla 72	Análisis de varianza (ceniza fase Final 1)	181
Tabla 73	Muestras seleccionadas y obtenidos por NIR y por química humedad	183
Tabla 74	Análisis de varianza (humedad fase Final 2)	184
Tabla 75	Análisis de varianza (proteína fase Final 2)	186
Tabla 76	Análisis de varianza (grasa fase Final 2)	189
Tabla 77	Análisis de varianza (fibra fase Final 2)	191

Tabla 78 Análisis de varianza (ceniza fase Final 2)

194

INDICE DE ANEXOS

	Pag.
Anexo 1. Procedimiento del arranque del equipo NIR DS 2500	230
Anexo 2. Resultados de alimento de cedo fase 3	231
Anexo 3 Resultados de alimento cerdo fase 4	232
Anexo 4 Resultados de alimento de cerdo fase 5	233
Anexo 5 Resultados de alimento de cerdo fase 6	234
Anexo 6 Resultados de alimento de cerdo fase 7	235
Anexo 7 Resultados de alimento de cerdo adaptación F1	236
Anexo 8 Resultados de alimento de cerdo adaptación F2	237
Anexo 9 Resultados de alimento de cerdo fase Gestación.	238
Anexo 10 Resultados de alimento de cerdo fase lactancia	239
Anexo 11 Resultados de alimento de pollo fase inicial	240
Anexo 12 Resultados de pollo fase crecimiento.	241
Anexo 13 Resultados de alimento de pollo fase final 1	242
Anexo 14 Resultados de alimento de pollo final 2	242

CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN

La industria de alimentos balanceados para animales cada día está creciendo y esto se debe a la acelerada expansión demográfica que se está viviendo en el planeta. México no es la excepción y el crecimiento en nuestro país ha sido elevado, donde para el año de 1993 México tenía una población de 33'109.840 y actualmente contamos con una población de 47'666.029 (Instituto Nacional de Estadística y Geografía INEGI).

El conocimiento de la composición de un producto es una información vital en diferentes órdenes para el fabricante porque puede producir, por ejemplo, un alimento con un balance de componentes adecuados, para un nutricionista, para conocer exactamente los requerimientos nutricionales del alimento, y para el analista la posibilidad de certificar la calidad del producto. Analizar el alimento proporciona información importante permitiéndole elaborar este con la composición deseada y hacer las modificaciones necesarias a la fórmula en búsqueda de una mejor preparación que optimice en tiempo o permita alcanzar más tiempo en la duración del alimento.

Los métodos analíticos clásicos, llamados a menudo como métodos de química húmeda, han servido durante décadas a este propósito, pero los mismos no responden de una manera rápida a la necesidad de información requerida por el usuario o a la diversidad de parámetros que se esperan conocer, por ejemplo a menudo la materia prima para la elaboración de un alimento balanceado, es utilizada para la formulación antes de tener los resultados de los análisis químicos, además de lo costoso que significa contar con el equipamiento para determinar todos los parámetros de rutina.

Como en todo proceso de producción es necesario tener el control del mismo desde el punto de vista de la calidad del producto, sobretodo en una sociedad donde los requerimientos de los clientes son cada vez más exigentes. En el caso de la producción de alimento balanceado para animales en la empresa Agroindustrias de Córdoba S.A. DE C.V. Los parámetros a controlar de cada alimento son la humedad, proteína, grasa, calcio, fósforo y fibra el cual la determinación de parámetros son realizados por pruebas inter laboratorios (química húmeda) dichos análisis toman tiempo y son costosos debido a esto se optó por implementar el sistema operativo NIR DS2500 es un software el cual ofrece

una técnica idónea para el control de la calidad, el espectro NIRS recoge tanto la información química como la física lo que permite determinar ambos tipos de propiedades a partir de un único análisis, por lo tanto surge la necesidad de realizar un ajuste de datos e ir verificando que porcentaje desviación hay entre ambos análisis.

El ajuste de bias es el desarrollo de una ecuación mediante un algoritmo que relaciona la información espectral con la información, la composición química a través de la aplicación de modelos estadísticos como son la regresión múltiple, el análisis por componente principal y los cuadros mínimos parciales, se valida la ecuación, lo que se hace con muestras diferentes a las del set de calibración.

1.1 Estado del Arte

1.1.2 Reflectancia en la muestra.

Existe una mala interpretación del término reflectancia NIRS (Near infrared spectroscopy), los rayos no son simplemente reflejados de la superficie externa, sino que realmente penetran la muestra, los rayos no absorbidos son diseminados y reflejados en todas las direcciones.

Estos haces dispersos pueden ser absorbidos o reflejados por otras uniones químicas, hasta que una porción de los rayos eventualmente sale de la muestra en todas direcciones. La profundidad de penetración del haz dentro de la muestra no está determinado por la posición del detector sino más bien por la potencia de la fuente de luz (Groenewald and Köster, 2006).

Una vez que se irradia la muestra, la luz difusa reflejada (R), es registrada por detectores normalmente de sulfuro de plomo, amplificada, digitalizada, transformada en $\log 1/R$ y comunicada a un computador. Al tiempo que el computador recibe la señal digital de luz reflejada, también recibe una que representa la longitud de onda utilizada, de modo que a cada valor de reflectancia le corresponde una longitud de onda lo cual permite el ulterior procesamiento de los datos (Norris, 1989 citado por Alomar, 1998).

El NIRS puede leer en forma de reflectancia o en forma de transmitancia, esta última es muy usada en muestras líquidas.

$$A = \log (1/R) \text{ o } A = \log (1/T)$$

Dónde:

A= absorbancia

T= Transmitancia

R= reflectancia difusa

T= I_s/I_o

I_s = Intensidad de luz que atraviesa la muestra

I_o = Intensidad original del rayo incidente (CENICAÑA, 1999)

1.1.3 Características de la muestra

Para mantener un paso óptico efectivo de la luz que sea constante, las muestras deben ser sometidas a una preparación (molienda) fina y homogénea con molinos de tipo ciclónico y tamaños de partícula pequeños de aproximadamente 1mm (Garrido et al., 2000).

El contenido de humedad residual de la muestra varía con el tiempo de conservación en el laboratorio, tiempo transcurrido entre análisis y la lectura NIRS, que pueden explicar los bajos coeficientes de determinación (R^2) en calibración y altos errores estándar de calibración después de validación (SECV). (Cozzolino et al., 2000).

La pulverización es otra causa principal de variación en resultados analíticos. El tamaño de partícula, la distribución del tamaño de partícula y la señal difusa de reflectancia pueden ser afectados por el molino utilizado en la preparación de la muestra. (Groenewald and Koster, 2006).

1.1.4 Transformación de espectros y cálculo de ecuaciones.

Los datos de reflectancia (R), en la forma de $\log 1/R$, se puede someter a transformaciones, las cuales reducen el efecto de tamaño de partícula, destacando los rasgos del espectro y facilitando el análisis de regresión (Westerhaus, 1989 citado por Alomar, 1998). Para predecir la composición química de una muestra, se requiere previamente hacer calibraciones, para lo cual se necesita contar con un conjunto amplio de muestras representativas, coleccionar los espectros, analizar las muestras mediante un método de referencia y validar dichas ecuaciones con otras muestras que no formen parte del conjunto de muestras para calibración (Garrido et al., 1993).

La correlación de los datos espectrales y los datos de química húmeda usan múltiples regresiones, análisis de componentes principales y análisis de cuadrados mínimos parciales, siendo este último el más usado (Adesogan, 2002; Blanco, 1994 citado por Vásquez et al., 2004).

Al desarrollar una calibración NIRS, se relaciona mediante un algoritmo la composición fisicoquímica (método de referencia) con la información espectral (óptica), y se debe definir el tratamiento matemático de los datos, el segmento del espectro a incluir y el método de regresión a emplear; este último se hace a través de la aplicación de modelos estadísticos (Cozzolino et al., 2002; Isi, 1992 citado por Alomar, 1998).

No existe un número mínimo definido de muestras para una calibración satisfactoria. Esto depende del analito a predecir y de la naturaleza del producto a evaluar, así para entidades químicas simples de productos homogéneos puede bastar con 30 a 40 muestras, mientras si por el contrario se pretende evaluar el contenido de proteína de productos heterogéneos se requieren un mínimo de 100 Muestras (Shenky-Westerhaus, 1993 citados por Alomar, 1998).

Criterio de selección de ecuaciones El método de selección de ecuaciones de calibración desarrollado en Handbook of Agriculture (Agricultural Research Service, USA, Washington, DC) para el análisis de forrajes por NIRS, establece que para cada componente, el error estándar de calibración (SEC) y el coeficiente de determinación (RSQ) de cada ecuación de

calibración, representan criterios importantes para la tomar una decisión respecto de la selección de la ecuación (Vásquez et al., 2004).

La forma de evaluar las ecuaciones NIRS en relación a su precisión y exactitud es a través de la relación entre el desvío estándar del análisis químico y el error estándar de la validación cruzada (SECV/SD), siendo considerada como una ecuación con alto poder de predicción si la relación es menor a 0.33 (Cozzolino et al., 2003).

Se selecciona la ecuación más confiable, que tenga un elevado coeficiente de determinación (R^2) y un bajo error estándar de calibración (SEC). Se tiene en cuenta también el error estándar de predicción (SEP), que debe ser algo mayor al del SEC. Como criterio general, se puede afirmar que una ecuación es considerada como aceptable cuando la magnitud del SEP es menor a un tercio de la desviación estándar de los datos de referencia (Kennedy et al., 1994, citado por Alomar, 1998) (Windhan et al., 1989 citado por Saliba et al., 2003).

1.2 Planteamiento del Problema

En la actualidad la gran mayoría de los reportes bromatológicos son emitidos después de realizar análisis fisicoquímicos a todas las materias primas que son usadas en la formulación del alimento balanceado para animales, igualmente se debe realizar un muestreo al producto terminado con el cual se confirmará cada uno de los parámetros que actualmente son requeridos en las ISO 12009 y norma oficial Mexicana NOM-061-ZOO-1999, (Especificaciones zoonosanitarias de los productos alimenticios para consumo animal.) Para el proceso de validación de las curvas de predicción, deben tenerse en cuenta muestras de referencia analizadas previamente por un laboratorio confiable (pruebas inter laboratorio) para los parámetros a monitorear en las curvas de predicción para cada producto a comparar se requiere como mínimo 20 muestras con datos de referencia en este caso en particular los nutrientes de cada alimento, los cuales son los parámetros que predice las curvas. Los análisis del NIR (Near infrared spectroscopy) se comprueban con análisis de química húmeda, la cual siempre será el referente para la toma de decisiones y la credibilidad del método, cada una de las pruebas tarda un tiempo determinado ya que son realizadas en diferentes laboratorios certificados. Estas pruebas

se ajustarán a las condiciones de cada laboratorio previo a una validación de los resultados obtenidos bajo estas condiciones; esto se deberá estandarizar demostrando reproducibilidad y un alto porcentaje de recuperación de cada una de las muestras. La búsqueda de un ajuste de bias para los análisis del alimento balanceado para animales, es confirmar la viabilidad del software NIR FOSS DS2500 y poder realizar una correlación de datos para saber cuánto es la variación entre ambos análisis y garantizar la eficiencia en el reporte de los resultados, en la toma de decisiones ligados en los resultados ayudando a mejorar la formulación y permitiendo cambios en la misma que garantice la calidad del producto.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo general

Verificar y validar la medición por el equipo NIRS por medio de la tecnología usando como referente la química húmeda para determinar la correlación de los datos mediante modelos matemáticos estadísticos.

1.3.2 Objetivos específicos

- Recopilar resultados de química húmeda y datos del sistema operativo NIRS para la formulación de una base datos.
- Desarrollar una ecuación de ajuste para los sesgos de los diferentes nutrientes a través de un modelo estadístico matemático.
- verificar gráficos de las diferentes curvas y/o (sesgos) de calibración, que determinen las desviaciones entre ambos análisis.
- Evaluar los ajustes necesarios a la curva de calibración para asegurar que los datos obtenidos en las lecturas del equipo NIRS sean significativos a los obtenidos por química húmeda con el fin de ir ajustando cada vez más la curva e ir disminuyendo el error que pueda venir asociado a la lectura.
- Realizar gráficos con sus respectivas especificaciones determinando la viabilidad del sistema operativo NIRS.

1.4 Definición de variables

Todo proceso experimental con lleva la utilización de parámetros que varían y permiten el análisis integral del efecto que tiene sobre un proceso determinado: variables de la experimentación, estas últimas a su vez se clasifican en 4 categorías variables de experimentación (son aquellas que se perturban y alteran el proceso), variables fijas (aquellas que por su naturaleza en un principio fueron variables de experimentación, pero las condiciones del proceso permanecen constantes durante el mismo), parámetros (son aquellas variables de las que no se posee ningún control de variación y por ende, se convierten en fijas predeterminadas por las condiciones del proceso) y variables de respuesta (son aquellas que representan y plasman la perturbación hechas en el proceso por los otros 3 tipos de variables).

1.5 Hipótesis

Se plantea para evaluar la exactitud del ajuste de bias y/o sesgos.

$H_0\mu =$ No existe diferencia significativa entre las análisis $\mu M1 = \mu M2$

$H_1\mu =$ Existe diferencia significativa entre análisis $\mu M1 \neq \mu M2$

Por otro lado, para evaluar la precisión de cada uno de los métodos, se comparan las desviaciones estándar de las 5 nutrientes con cada uno de los 2 métodos se plantea la hipótesis:

$H_0s =$ No existe diferencia significativa entre las desviaciones estándar: $S_{M1} = S_{M2}$

$H_1s =$ Existe diferencia significativa de las desviaciones estándar: $S_{M1} \neq S_{M2}$

El alcance de la fase experimental se definen los 5 nutrientes por evaluar, con el método de referencia (inter laboratorio) y con el equipo NIRs, una vez realizada la etapa experimental, se comparan las medias de cada uno de los nutrientes para determinar la exactitud de cada uno de los métodos y las varianzas para evaluar la precisión de cada uno de ellos.

1.6 Justificación del Proyecto

La química húmeda es un método más antiguo, por ello es evitado en la industria ya que toma mucho tiempo, mano de obra y son de un elevado costo, los métodos actuales son cuantitativos y cualitativos, por ello se emplea la tecnología (Near infrared spectroscopy) NIRS. La cual mejora la eficiencia de sus Fito mejoradores y permite obtener datos confiables, en la empresa agroindustrias de Córdoba en el área de calidad se cuenta con el equipo NIRS el cual analiza los diferentes nutrientes como lo son (proteína, grasa, humedad, calcio, fósforo y ceniza) respecto a cada alimento; provee información en segundos, es un método no destructivo que requiere un mínimo tratamiento de la muestra, minimiza el daño ambiental y es una técnica multianalítica de alta precisión que permite predecir varios factores simultáneamente.

Por ello se llevara a cabo un ajuste de bias, la cual consiste en la comparación de los resultados de los análisis inter laboratorios y los del equipo NIRS, se relacionara mediante un algoritmo, la composición fisicoquímica (método de referencia) con la información espectral (óptica) y se debe definir el tratamiento matemático de los datos, el segmento del espectro a incluir y el método de regresión a emplear; este último se hace a través de la aplicación de modelos estadísticos (Cozzolino et al., 2002; Isi, 1992 citado por Alomar, 1998). Para la calibración NIRS es fundamental que los datos de química húmeda sean confiables, dos constantes errores en los laboratorios son: 1) Error en la toma de la muestra la muestra debe ser representativa de la materia prima a analizar) y 2) un procedimiento analítico. Se recomienda para reducir el impacto del segundo tipo de error se sigan los métodos de referencia recomendados y con bajos errores estándar (Urdensander, 2006) En las calibraciones NIRS otro tipo de error introducido es el número reducido de muestras empleadas en la calibración.

1.7 Limitaciones y Alcances

La información que posee el NIRS (Near infrared spectroscopy) con respecto a las curvas de referencia son globales, quiere decir que son datos externos con un rango muy amplio, al comparar la viabilidad de los datos realizados en el laboratorio (internos) son muy significativos, esto genera un problema ya que las desviaciones son muy notorias y no sabemos si el producto se encuentra dentro del rango de nutrientes. Por ello se envían las muestras a laboratorios externos ya que dichos laboratorios cuentan con curvas locales, quiere decir que su base de datos es realizado por el método tradicional (química húmeda) generando información confiable en cuestión de los diferentes nutrientes del alimento. Por ello se realizara un diseño experimental simple para saber la viabilidad del sistema operativo NIR.

1.8 AGROINDUSTRIAS DE CÓRDOBA S.A DE C.V.

1.8.1 Política

En AGROINDUSTRIAS DE CÓRDOBA, S.A. DE C.V. nos dedicamos a suministrar carne de pollo, carne de cerdo e insumos para la nutrición animal; ofreciendo productos y servicios que satisfacen las necesidades, requisitos y expectativas de las partes interesadas, consolidándose así en la Industria Agropecuaria.

En AGROINDUSTRIAS DE CÓRDOBA, S.A. DE C.V es nuestro compromiso garantizar que todas nuestras operaciones son realizadas de manera segura para el personal, instalaciones y Medio Ambiente, a través de la prevención de lesiones, el cuidado de la Salud, el Medio Ambiente y Calidad Total como parte integral del negocio y cumpliendo con la legislación y normatividad vigente, buscando siempre la mejora continua del Sistema de Gestión Integrado por Calidad, Seguridad y Salud en el trabajo y el respeto al Medio Ambiente.

1.8.2 Objetivos de calidad

1. Disminuir los costos de mala calidad en todos los procesos operativos y aumentar los beneficios económicos de la empresa.
2. Garantizar a nuestros consumidores productos y servicios de alta calidad gracias a nuestros controles.
3. Fortalecimiento continuo de nuestros procesos a través de la Gestión de sistemas de trabajo basado en mejores prácticas y de nuevas herramientas tecnológicas.
4. Desarrollar al talento humano competente evaluando y consolidando sus habilidades y conocimientos sobre la base de objetivos y procesos establecidos
5. Aplicar el marco legal vigente adecuado al giro de la empresa.
 - a. Con enfoque de respeto al medio ambiente
 - b. Cumpliendo con el cuidado y salud de las personas
6. Establecer los medios de comunicación que cumpla a las partes interesadas internas y externas de la organización
7. Promover la cultura de identificación y gestión de los riesgos asociados con todas las operaciones de Agroindustrias de Córdoba.

1.8.3 Misión

Producir y comercializar productos agropecuarios para todos nuestros clientes actuales y potenciales, cumpliendo las expectativas de calidad, nutrición y servicio, respetando al bienestar animal, buscando ser una empresa socialmente responsable desarrollando colaboradores profesionales.

1.8.4 Visión

Ser la mejor opción en la oferta de productos agropecuarios con servicios de apoyo y de soporte con enfoque a la satisfacción de nuestros clientes, ampliando día a día, nuestra presencia en el mercado y lográndolo mediante procesos enfocados en la mejora continua y la transparencia impulsada por el talento de nuestra gente.

1.8.5 Valores estructurales.

Son aquellos que son la base indispensable del cambio hacia una Nueva Cultura de Trabajo. Se enfocan a eliminar las áreas de oportunidad de la actual cultura de trabajo: Sustentan a los Valores de perspectiva de Negocio.

Honestidad. Con nuestro compromiso, porque somos congruentes entre el decir y el hacer y siempre actuamos con honestidad ante Nuestra Empresa, Clientes, Proveedores, Compañeros de trabajo, Superiores y Público en general.

Compromiso. Estamos comprometidos:

- Con nuestro trabajo el cual realizamos con pasión.
- Con el Cliente a quien ofrecemos nuestro esfuerzo y dedicación.
- Con la empresa a la que cuidamos y defendemos.
- Con uno mismo, por que buscamos nuestro desarrollo profesional y personal.
- Respeto

En AGROINDUSTRIAS somos un gran equipo de trabajo que reconoce las diferentes ideas y opiniones diferentes de todos los que conformamos la organización, evitamos la discriminación en cualquiera de sus representaciones. Porque somos una familia en movimiento, somos un equipo ágil.

1.8.6 Valores de perspectiva de negocio.

Son aquellos que alinean el personal al cumplimiento de la Misión, Visión y de los objetivos de negocio:

Calidad. Nos esforzamos en hacer bien las cosas desde la primera vez y nos comprometemos con la mejora continua de nuestros métodos, procesos y sistemas. Nuestro propósito central es ir más allá de lo que el cliente pide y exceder sus expectativas.

Confianza. Buscamos de manera permanente la comunicación efectiva dentro de la Empresa y entre cada uno de los colaboradores, porque creemos que es importante confiar en nosotros mismos como equipo de trabajo.

Innovación. Estamos trabajando para mantenernos a la vanguardia tecnológica. A través de la integración de tecnología y la capacitación del equipo de trabajo. Nos enfocamos a generar diferentes soluciones efectivas para nuestros clientes, lo cual permite la creación de nuevas alternativas de negocio.

1.8.7 Principios de calidad.

1.-Enfoque al cliente: Actualmente se ha convertido en la prioridad, requiriéndose rebasar las expectativas de lo que buscan nuestros clientes; reflejándose en mayor productividad e ingresos.

2.-Liderazgo: Mediante un liderazgo basado en una filosofía ganar-ganar, se obtendrán beneficios para todos los involucrados, contándose a los accionistas, los colaboradores y a los clientes.

3.-Compromiso de las personas: El líder debe guiar, pero también debe saber escuchar a sus colaboradores, por ello es importante considerar a los dueños de los puestos, ya que son ellos quienes están encargados de las áreas de trabajo, y pueden colaborar y brindar excelentes ideas para la mejora de la calidad de los servicios, productos o procesos.

4.-Enfoque basado en procesos: La empresa se subdivide en procesos por área o departamento, los cuales deben tener su respectivo control, considerándose cada área, como parte vital de una cadena interrelacionada, para llegar a entregar o desarrollar productos de excelente calidad.

5.-Mejora: La mejora continua, si bien, algo intangible, debe ser considerado como uno de los enfoques clave de la organización, mediante el compromiso y el adecuado seguimiento del sistema, buscando siempre dar un valor agregado a cada acción.

6.-Toma de decisiones basada en evidencias: Cualquier decisión que tenga cualquier tipo de impacto en la calidad del producto o servicio, por mínimo que sea, debe tomarse ante evidencias, obtenidas mediante evaluaciones objetivas.

7.-Gestión de las relaciones: Nuestros clientes esperan que lo prometido sea entregado con calidad y de acuerdo a los requisitos establecidos con antelación.

CAPÍTULO 2. METODOLOGÍA

Se presenta la metodología seguida en el desarrollo del proyecto la cual incluye los objetivos, los procedimientos y la selección del diseño estadístico de experimentos para las mediciones llevadas a cabo.

2.1 Revisión de métodos

La aplicación en los laboratorios se asocia con el método tradicional (química húmeda), el desarrollo de nuevas tecnologías, que utilizan técnicas de análisis como los espectrofotómetros infrarrojos cercanos, brindan a los laboratorios, opciones alternativas para agilizar el análisis tradicional, el NIRS tecnología de punta, en el año 2009, viene a sustituir los métodos tradicionales, en el sentido de que requiere menos tiempo para obtener resultados al igual que minimiza la producción de desechos de análisis. Como el NIR es un método nuevo, su utilización en laboratorio de control de calidad se debe demostrar como alternativa viable, eficiente, económica y certera en comparación del método tradicional.

Hasta la fecha (Agosto 2009), no existen datos técnicos ni información experimental que sustente la calidad del método NIR, por ende, el objetivo de la etapa experimental es recopilar información estadística que determine viabilidad y factibilidad del método NIR.

2.2 Recolección y preparación de muestras leídas en el NIRS (Near infrared spectroscopy).

Las muestras son recibidas en el laboratorio, con una etiqueta de identificación la cual contiene la información completa y específica para cada una, se revisa que los datos correspondientes a producción estén completos y correctos. Se muestra el procedimiento de arranque y lectura del equipo NIR en el (**Anexo 1**).

Para la recolección de datos, se elaboró un formato en el cual se asignó, de acuerdo a la fase en la que pertenecía (pollo y cerdo), el ID que se le asigno y los nutrientes de interés (internos y externos), el formato elaborado en el presente proyecto se puede observar en el (**Anexo 2**)

2.3 Diseño experimental simple

Se empleara un diseño de experimentos, para crear un grupo representativo de 90 muestras de (análisis interno y externo) para la construcción de un modelo de ajuste de bias. Este conjunto de muestras deberá cumplir los requisitos de cubrir el rango de valores esperables, evitando al mismo tiempo la linealidad entre ellos y contener toda la variabilidad esperada de cada componente.

2.4 Ecuación del modelo matemático estadístico.

El programa estadístico a emplear realizará por medio de una verificación de ajuste de bias, el cual consiste en la aplicación de la siguiente ecuación matemática, corresponde en general al error estándar de la diferencia.

$$\sum \frac{Q.H - NIR}{BIAS} N$$

Dónde:

Y = es el valor de referencia (laboratorio).

X = Valor predicho por NIRS.

n = Número de muestras en el set de calibración.

El SEP es un indicador confiable de la calidad de la ecuación desarrollada, ya que mejora (disminuye) a medida que se agregan nuevos términos a la ecuación, el SEP mejora sólo hasta que comienza a producirse un sobreajuste de la ecuación, aumentando (empeorando) con cada nuevo término (Westerhaus, 1989 citado por Alomar y Fuchslocher, 1998).

Otro parámetro que se tuvo en cuenta para la selección de la ecuación fue la confiabilidad, mediante un elevado coeficiente de determinación (R^2) y un bajo error estándar de calibración (SEP) (Alomar y Fuchslocher, 1998) Esta validación puede ser realizada mediante una de las herramientas del programa Minitab 17 en donde la predicción de cada uno de los nutrientes se hace aplicando las ecuaciones seleccionadas a los espectros generados. En el programa estadísticos Minitab 17, se realizará el análisis de regresión lineal para cada ecuación seleccionada y los datos obtenidos por química húmeda.

2.5 Informe de proyecto matemático estadístico (Diseño experimental simple).

Proporcionar la información al jefe de departamento de calidad y notificarle los resultados que proporcione el programa estadístico, la interpretación que se les dio al ajuste de bias y/o sesgos (gráficos) de ambos análisis confirmando los resultados de las diferentes ecuaciones matemáticas y así poder verificar la variabilidad de ambos y sobre todo la confiabilidad del equipo NIR.

2.6 Ecuaciones del modelo de regresión.

Se empleara la siguiente ecuación lineal para cuantificar el grado de relación lineal existente entre las 2 variables, la ecuación es la siguiente:

Modelo de regresión lineal simple:

$$y = \beta_0 + \beta_1 x + \varepsilon$$

β_0 y β_1 son los parámetros del modelo.

ε es una variable aleatoria, llamada error, que explica la variabilidad en y que no se puede explicar con la relación lineal entre x y y . Los errores, ε , se consideran variables aleatorias independientes distribuidas normalmente con media cero y desviación estándar σ . Esto implica que el valor medio o valor esperado de y , denotado por $E(Y/x)$, es igual a $\beta_0 + \beta_1 x$. Ecuación de regresión lineal simple: $E(y/x) = \beta_0 + \beta_1 x$ ($\mu_{Y/x} = E(Y/x)$)

2.7 Coeficiente de determinación (R^2)

Por medio del coeficiente se determinara en la regresión lineal, una medida de bondad de ajuste, de la recta estimada a los datos reales.

$$\text{Suma de cuadrados debida al error: } SCE = \sum (y_i - \hat{y}_i)^2$$

$$\text{Suma de cuadrados total: } SCT = \sum (y_i - \bar{y})^2$$

$$\text{Suma de cuadrados debida a la regresión: } SCR = \sum (\hat{y}_i - \bar{y})^2$$

$$\text{Relación entre SCT, SCR y SCE: } SCT = SCR + SCE$$

Expresado R^2 en porcentaje, se puede interpretar como el porcentaje de la variabilidad total de "Y" que se puede explicar aplicando la ecuación de regresión.

Prueba t de significación, en la regresión nos indica si es viable o no, de acuerdo al valor de significancia que es igual 0.05, se compara mediante las siguientes hipótesis:

$H_0: \beta_1 = 0$

$H_1: \beta_1 \neq 0$

Estadístico de contraste bajo H_0 $t_c = \frac{b_1 - 0}{sb_1}$

Decisión: Se rechaza H_0 en favor de H_1 si $|t_c| > t_{\alpha/2}$ o si p-valor $< \alpha$

CAPÍTULO 3. DESARROLLO DEL PROYECTO

3.1 Proceso de recopilación en hoja de cálculo.

La recopilación de datos se empleará mediante una hoja de cálculo para su fácil manipulación, se emplearán 68 muestras de ambos análisis (internos y externos) en el cual se obtendrán el promedio, la desviación estándar, los mínimos y máximos de cada nutriente como lo es la proteína, grasa, fibra, fósforo, calcio, ceniza y humedad para posteriormente obtenidos los datos, pasar la información al software estadístico Minitab para la realización del diseño experimental.

3.2 Desarrollo del diseño experimental.

En el desarrollo de la experimentación se evaluaron los resultados de proceso de interés que se verán afectados por la presencia de distintos factores, cuya influencia puede estar oculto por la variabilidad de los resultados muestrales. Seleccionado el diseño experimental, y seleccionados los datos en la hoja de cálculo se procede a la realización del diseño experimental.

Se identificaron todas las posibles fuentes de variación, incluyendo:

- Factores, tratamientos y sus niveles
- Unidades experimentales
- Factores nuisance (molestos)

Definido el objetivo del experimento, se identificaron las causas posibles de variación eligiendo el diseño experimental adecuado para la ejecución de la misma, especificando medidas y el procedimiento experimental, ejecutando un experimento piloto, en el cual se especifica el modelo (lineal) y es que matizando los pasos del análisis estadístico, determinando es tamaño muestral revisando las decisiones anteriores. Elegidas las reglas de asignación de las unidades experimentales a las condiciones del estudio y especificar las medidas con que se trabajara (respuesta).

3.3 cálculo del modelo estadístico matemático

A continuación de muestra la forma en la cual el programa calcula mediante la siguiente ecuación:

$$\sum \frac{(Q.H - NIR)}{BIAS} N$$

El parámetro t- BIAS por medio de la ecuación:

$$t\text{-BIAS} = \frac{\frac{\sum(Q.H - NIR)}{N}}{\sqrt{\frac{\frac{\sum(Q.H - NIR)^2 - (\sum(Q.H - NIR) \times \sum(Q.H - NIR))}{N}}{N(N-1)}}$$

Con el grafico que se realizara de recolección entre los datos es lineal se deberá calcular el valor de la pendiente de la curva, este cálculo se realiza mediante la siguiente ecuación:

$$m \frac{\Delta y}{\Delta x}$$

Un valor de t pendiente es calculado así:

$$t\text{-pendiente} = \frac{1-m}{\frac{\sum(NIR_{inicial}-NIR_{final})^2}{\sqrt{N(NIR_i-NIR_f)^{-2}}} / \sqrt{\sum(NIR_{inicial}-NIR_{promedio})}}$$

Donde $NIR_{final} = NIR_{inicial} \times m \times \text{Intercepto}$

También son calculados los valores de R y R² para determinar la linealidad del nuevo ajuste, la correlación se busca lineal, por esta razón se hace uso de la ecuación de una línea recta:

$$y = mx + b$$

Una vez realizados estos cálculos arroja un nuevo valor de bias o sesgo y este deberá ser introducido en el software.

CAPÍTULO 4. RESULTADOS Y CONCLUSIONES

4.1 Resultados y conclusiones

4.2 Resultados de Alimento de cerdo fase 3

A continuación se muestra la Tabla 1. Muestra la correlación de los datos cerdo fase 3, se exponen todos los resultados de cerdo obtenidos por la vía experimental y por química húmeda.

	%H.OBTENI DO	%H.EXTER NO	%P.OBTENI DO	%P.EXTER NO	%G.OBTENI DO	%G.EXTER NO	%F.OBTENI DO	%F.EXTER NO	%C.OBTENI DO	%C.EXTER NO
	12.6	12.9	17.5	18.37	5.6	4.54	2.1	2.41	4.7	5.3
	12.7	13.16	17	18.72	5.9	5.03	2.1	2.46	4.8	5.03
	12.6	13.41	16.4	18.7	5.6	4.45	1.9	2.55	4.6	5.23
	12.6	13.31	16.6	18.31	5.6	4.65	2	2.37	5	4.82
	13.1	13.1	17.9	17.9	4.8	4.8	2.2	2.2	5	5
	13.2	12.21	16.8	18.6	4.7	5.08	2.3	2.3	5	5.53
	13	12.22	16.8	18.6	4.9	5.08	2.2	1.37	4.9	*
	11.8	11.78	18.6	17.46	4.7	5.38	1.8	1.01	4.9	5.61
	11.3	10.88	16.6	18.6	5.8	6.54	2.2	1.07	5.1	5.18
PRO	12.54	12.55	17.13	18.36	5.29	5.06	2.09	1.97	4.89	5.21
C.V.	4.95	6.74	4.24	2.31	9.47	12.44	7.74	32.00	3.31	33.68
S.D.	0.62	0.85	0.73	0.42	0.50	0.63	0.16	0.63	0.16	1.76
MIN	11.30	10.88	16.40	17.46	4.70	4.45	1.80	1.01	4.60	4.82
MAX	13.20	13.41	18.60	18.72	5.90	6.54	2.30	2.55	5.10	5.61
2	1.24	1.69	1.45	0.85	1.00	1.26	0.32	1.26	0.32	3.51
S.D.										

Tabla 1. Muestras seleccionadas por los diferentes análisis obtenidos por NIR Y química humedad (Piña E.2018)

Se realiza el análisis de resultados obtenidos durante la parte experimental de este proyecto de investigación, la comparación de los métodos para definir si existe diferencia significativa entre el método NIR y el método de referencia por química humedad, para los diferentes nutrientes del alimento y verificar cuál de los dos tiene mayor precisión y exactitud, continuación se muestra el análisis de varianza de cada nutriente.

4.3 Análisis de varianza (Humedad)

Como se observa en la tabla 2. El valor de P es mayor que el nivel de significancia, no se puede concluir que existe una correlación estadísticamente significativa entre la viable de respuesta y el término.

Análisis de Varianza					
Fuente	GL	SC	MC	F	P
Regresión	1	2.52206	2.52206	5.52	0.051
Error	7	3.19849	0.45693		
Total	8	5.72056			

Tabla 2. Análisis de varianza

4.4 Ecuación de regresión

El valor R^2 es el porcentaje de variación en la respuesta que es explicada por el modelo, mientras mayor sea el valor de R^2 , mejor se ajustará el modelo a los datos, el R^2 siempre está entre 0% y 100%. Tal y como se observa en la figura 1. El coeficiente del predictor (análisis interno) es de 0.9046 el cual nos indica que hay una correlación del 44.1 %, en lo que respecta al valor de R-cuad. (Ajustado) es una medida que incorpora el número de predictor ya que en el resultado fue de 36.1 % en la variación de los datos lo cual indica una correlación positiva.

$$H.EXTERNO = 1.205 + 0.9046 H.OBTENIDO$$

$$S = 0.675964 \quad R\text{-cuad.} = 44.1\% \quad R\text{-cuad. (Ajustado)} = 36.1\%$$

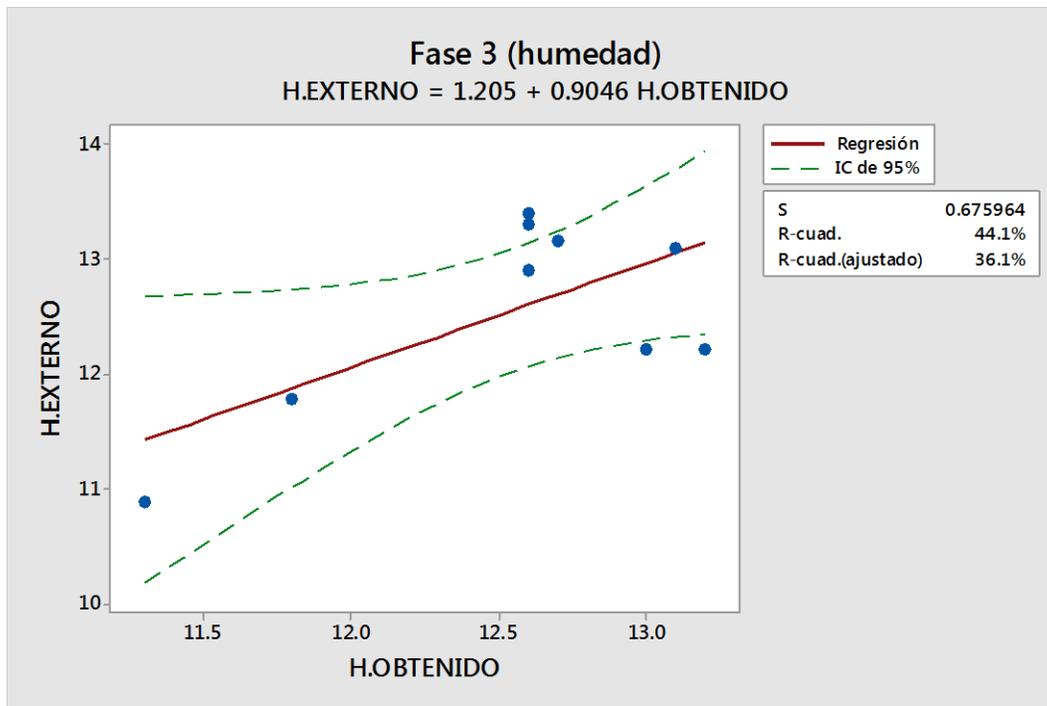


Figura 1. Análisis de regresión de línea ajustada.

4.5 Estadísticos descriptivos: H. Obtenido y H. Externo

En la siguiente figura 2. Se observa el comportamiento de las variables de análisis, obtenidos, muestra una distribución normal con un sesgo positivo de (-0.99), una desviación de 0.84 de análisis Externo, con lo respecta al análisis interno hay una asimetría o sesgo positivo con una desviación de 0.62 con un sesgo de (-1.20).

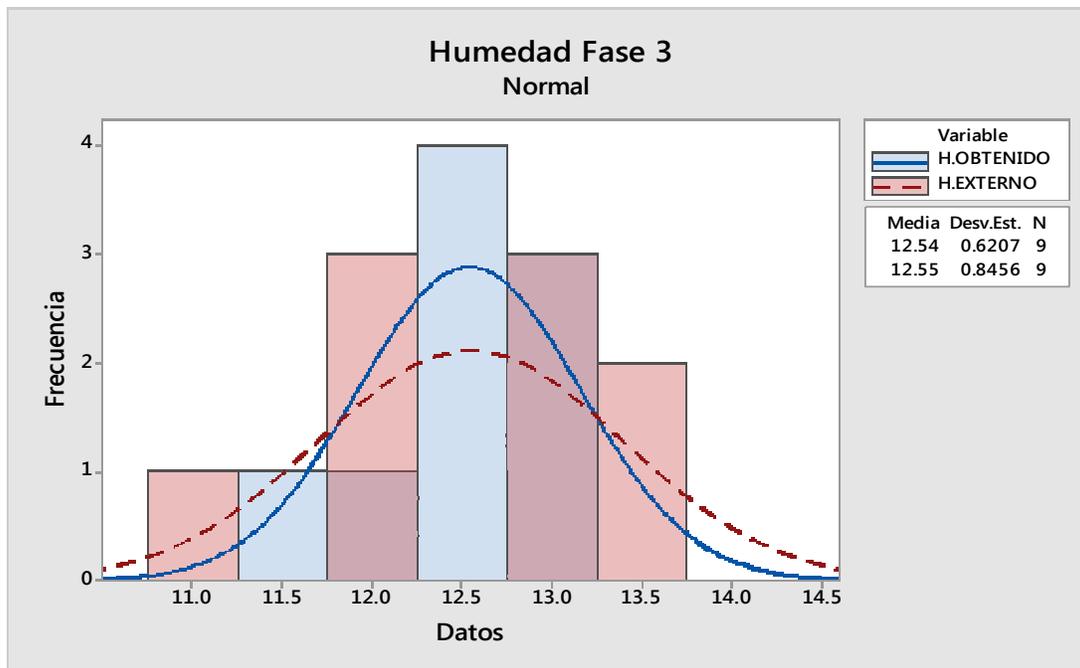


Figura 2. Parámetros del conjunto de muestras.

4.6 Análisis de varianza (Proteína)

Se determinó que la asociación entre la respuesta del término análisis de proteína, interno y externo, incluido en el modelo es estadísticamente significativo, ya que al comparar el valor de P del término con el nivel de significancia ($\alpha = 0.05$), para evaluar la hipótesis nula, ya que el coeficiente del término es igual a 0.640 lo que indica que no hay asociación entre el término y la respuesta. Tal como se muestra en la tabla 3.

Análisis de Varianza					
Fuente	GL	SC	MC	F	P
Regresión	1	1.2344	1.23437	0.24	0.640
Error	7	36.1129	5.15898		
Total	8	37.3472			

Tabla 3. Análisis de varianza

4.7 Ecuación de regresión

El valor R^2 es el porcentaje de variación en la respuesta que es explicada por el modelo, mientras mayor sea el valor de R^2 , mejor se ajustará el modelo a los datos, el R^2 siempre está entre 0% y 100%. Tal y como se observa en la figura 3. El coeficiente del predictor (análisis interno) es de 0.541 el cual nos indica que hay una correlación del 3.3 %, en lo que respecta al valor de R-cuad. (Ajustado) es una medida que incorpora el número de predictor ya que en el resultado fue de 0.0 % en la variación de los datos lo cual indica una correlación lineal muy débil entre ambos análisis.

$$P.EXTERNO = 8.00 + 0.541 P.OBTENIDO$$

$$S = 2.27134 \quad R\text{-cuad.} = 3.3\% \quad R\text{-cuad. (Ajustado)} = 0.0\%$$

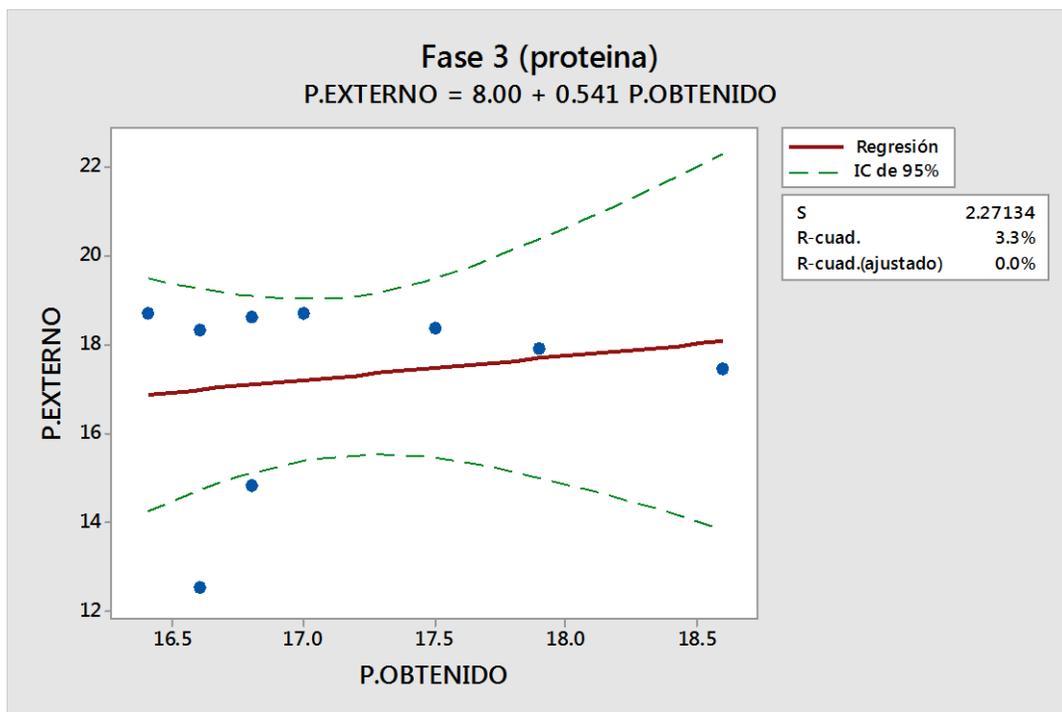


Figura 3. Análisis de regresión de línea ajustada

4.8 Estadístico descriptivo: P. Obtenido y P. Externo

En la siguiente figura 4. Se observa el comportamiento de los diferentes análisis y los parámetros que se utilizaron para la construcción del conjunto de muestras de fase 3 (proteína), los valores de cada uno de los parámetros tanto por química húmeda como por NIR, se observa en el análisis obtenido una distribución normal traslapado con una desviación de 0.72 con sesgo de 1.21 con lo que respecta al análisis externo muestra una desviación de 2.16 con una distribución normal con un sesgo de -1.78.

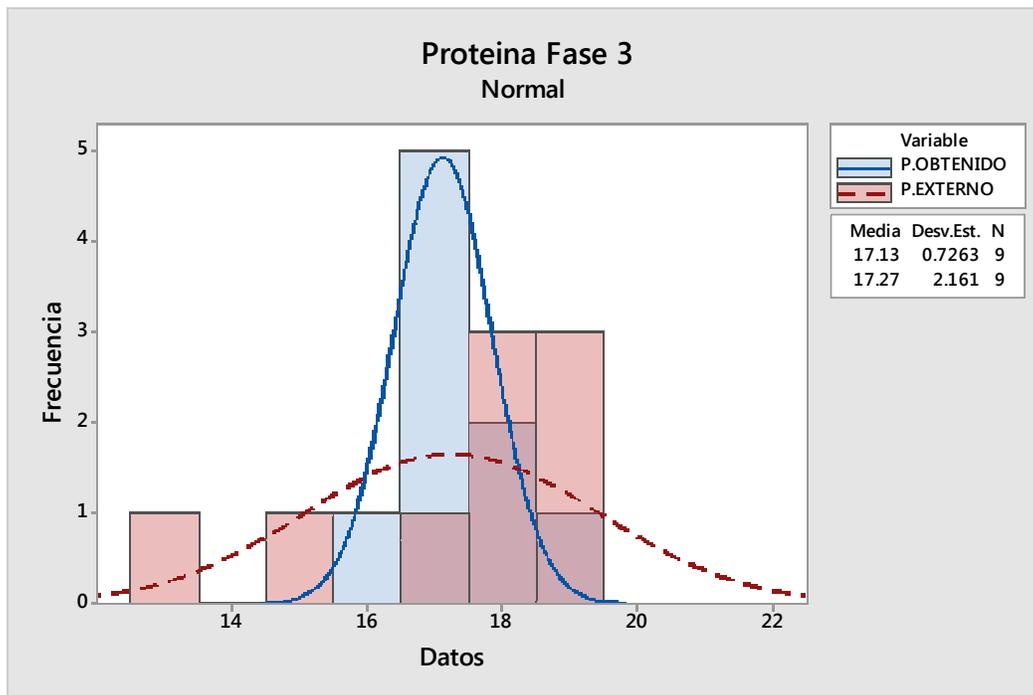


Figura 4. Parámetros del conjunto de muestras.

4.9 Análisis de varianza (Grasa)

Como se observa en la tabla 4. El valor de P es mayor que el nivel de significancia, no se puede concluir que existe una correlación estadísticamente significativa entre la viable de respuesta y el término.

Análisis de Varianza					
Fuente	GL	SC	MC	F	P
Regresión	1	0.08400	0.083996	0.13	0.732
Error	7	4.61536	0.659337		
Total	8	4.69936			

Tabla 4. Análisis de varianza

5. Ecuación de regresión.

El valor R^2 es el porcentaje de variación en la respuesta que es explicada por el modelo, mientras mayor sea el valor de R^2 , mejor se ajustará el modelo a los datos, el R^2 siempre está entre 0% y 100%. Tal y como se observa en la figura 5. El coeficiente del predictor (análisis interno) es de 0.0887 el cual nos indica que hay una correlación del 0.5 %, en lo que respecta al valor de R-cuad. (Ajustado) es una medida que incorpora el número de predictor ya que en el resultado fue de 0.0 % en la variación de los datos lo cual indica una correlación muy débil y con un valores atípicos.

$$G.EXTERNO = 4.592 + 0.0887 G.OBTENIDO$$

$$S = 0.671554 \quad R\text{-cuad.} = 0.5\% \quad R\text{-cuad. (Ajustado)} = 0.0\%$$

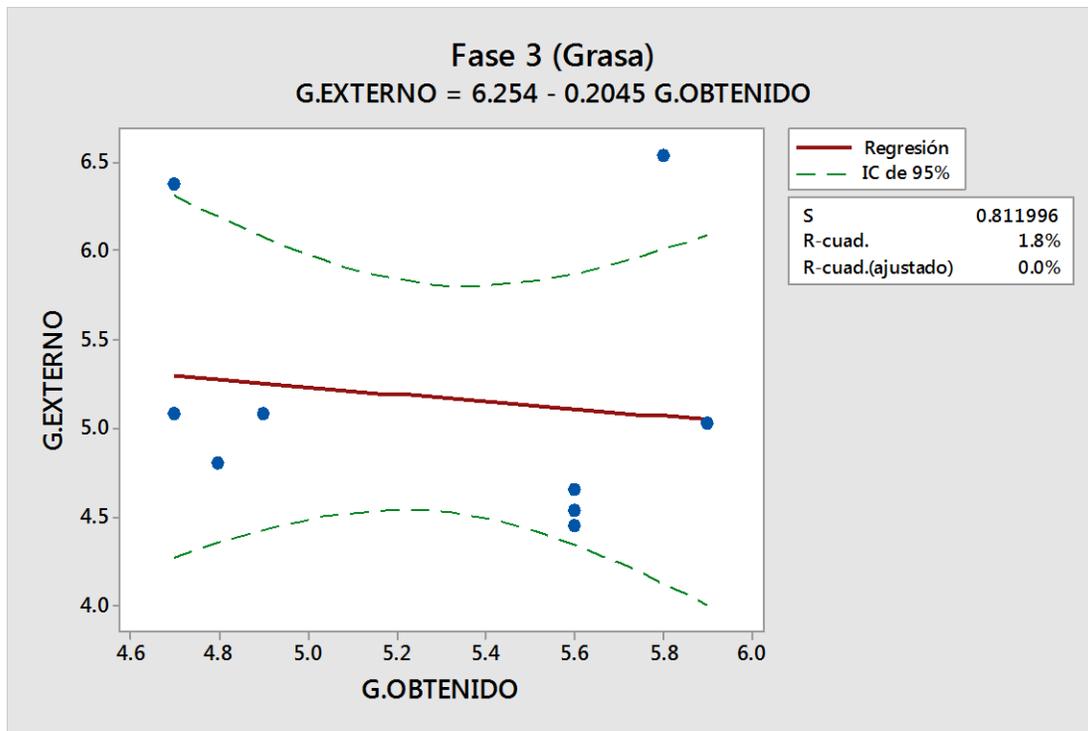


Figura 5. Análisis de regresión de línea ajustada

5.1 Estadístico descriptivo G. Obtenido y G externo

En la siguiente figura 6. Se observa el comportamiento de los diferentes análisis y los parámetros que se utilizaron para la construcción del conjunto de muestras de fase 3 (grasa), los valores de cada uno de los parámetros tanto por química húmeda como por NIR, se muestra en análisis obtenido una distribución normal, con una desviación de 0.50 con un sesgo de -0.17 con lo que respecta al análisis externo, muestra una desviación de 0.76, una distribución normal, con un sesgo de 1.25

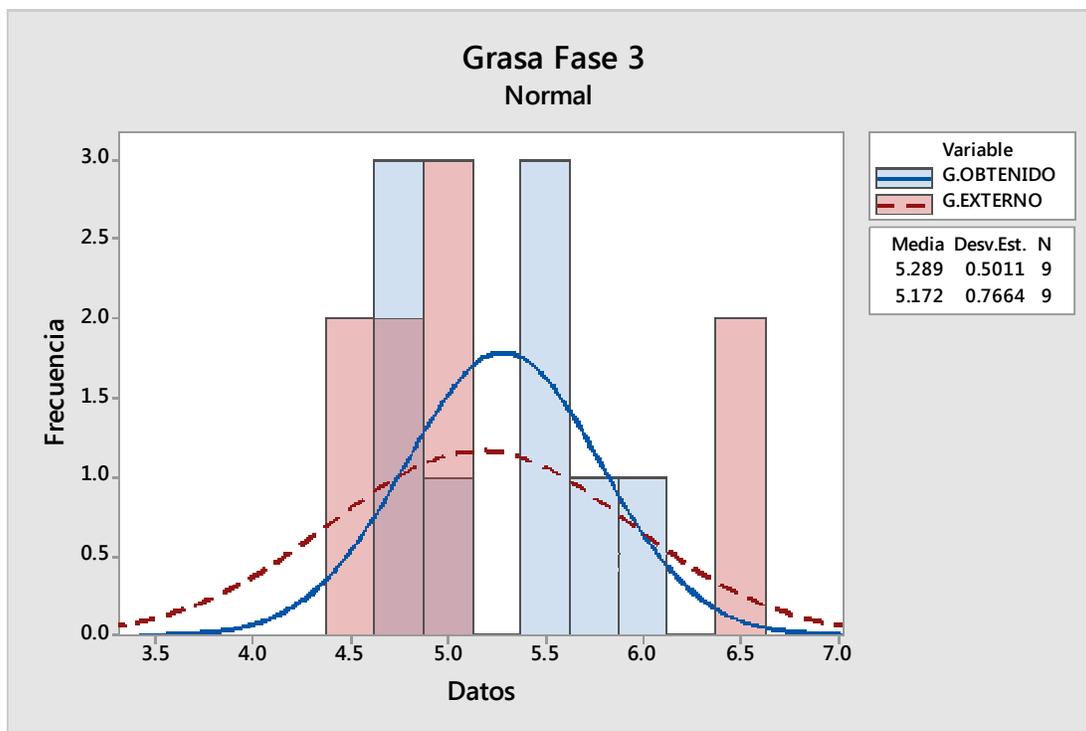


Figura 6. Parámetros del conjunto de muestras.

5.2 Análisis de varianza (Fibra)

Se observa que el valor de P es mayor que el nivel de significancia, no se puede concluir que existe una correlación estadísticamente significativa entre la viable de respuesta y el término. Tal como se muestra en la tabla 5.

Análisis de Varianza					
Fuente	GL	SC	MC	F	P
Regresión	1	0.02421	0.024208	0.05	0.823
Error	7	3.15928	0.451326		
Total	8	3.18349			

Tabla 5. Análisis de varianza

5.3 Ecuación de regresión

El valor R^2 es el porcentaje de variación en la respuesta que es explicada por el modelo, mientras mayor sea el valor de R^2 , mejor se ajustará el modelo a los datos, el R^2 siempre está entre 0% y 100%. Tal y como se observa en la figura 7. El coeficiente del predictor (análisis interno) es de 0.340 el cual nos indica que hay una correlación del 0.8 %, en lo que respecta al valor de R-cuad. (Ajustado) es una medida que incorpora el número de predictor ya que en el resultado fue de 0.0 % en la variación de los datos lo cual indica una correlación muy débil y con un valores atípico muy notorios.

$$F.EXTERNO = 1.260 + 0.340 F.OBTENIDO$$

$$S = 0.671808 \quad R\text{-cuad.} = 0.8\% \quad R\text{-cuad. (Ajustado)} = 0.0\%$$

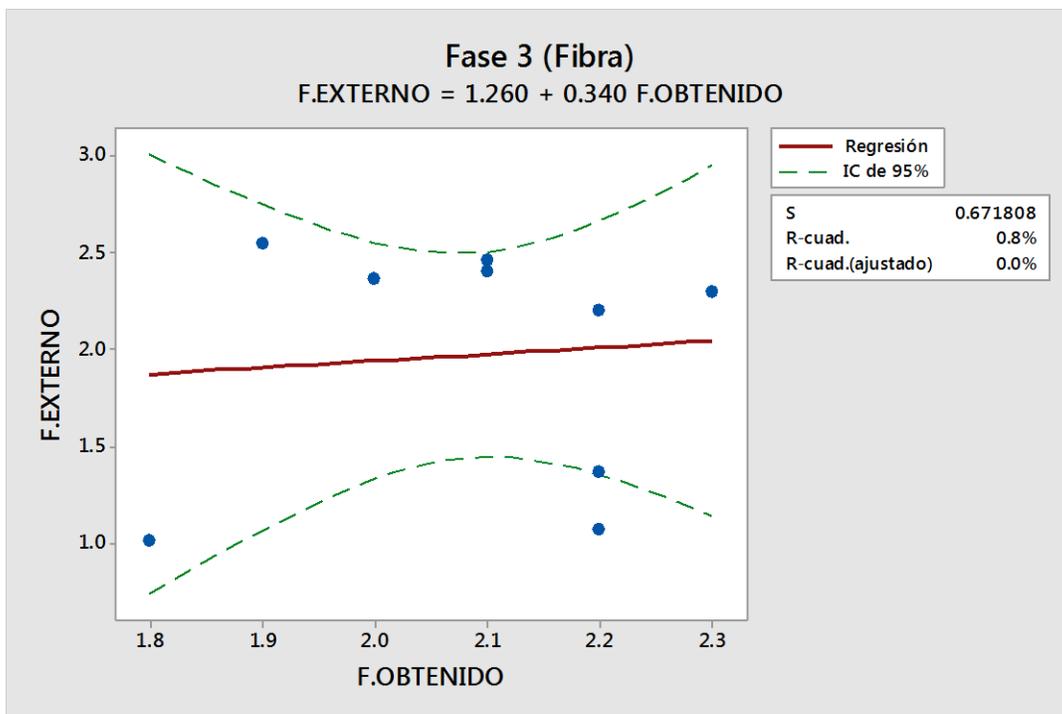


Figura 7. Análisis de regresión de línea ajustada

5.4 Estadístico descriptivo F. Obtenido y F. Externo

En la siguiente figura 8. Se observa el comportamiento de los diferentes análisis y los parámetros que se utilizaron para la construcción del conjunto de muestras de fase 3 (fibra), los valores de cada uno de los parámetros tanto por química húmeda como por NIR, en el análisis obtenido se muestra una distribución normal traslapada, con una desviación de 0.16, con un sesgo de -0.68, con lo que respecta al análisis externo, muestra una desviación de 0.63 con una distribución positiva con un sesgo de -0.85.

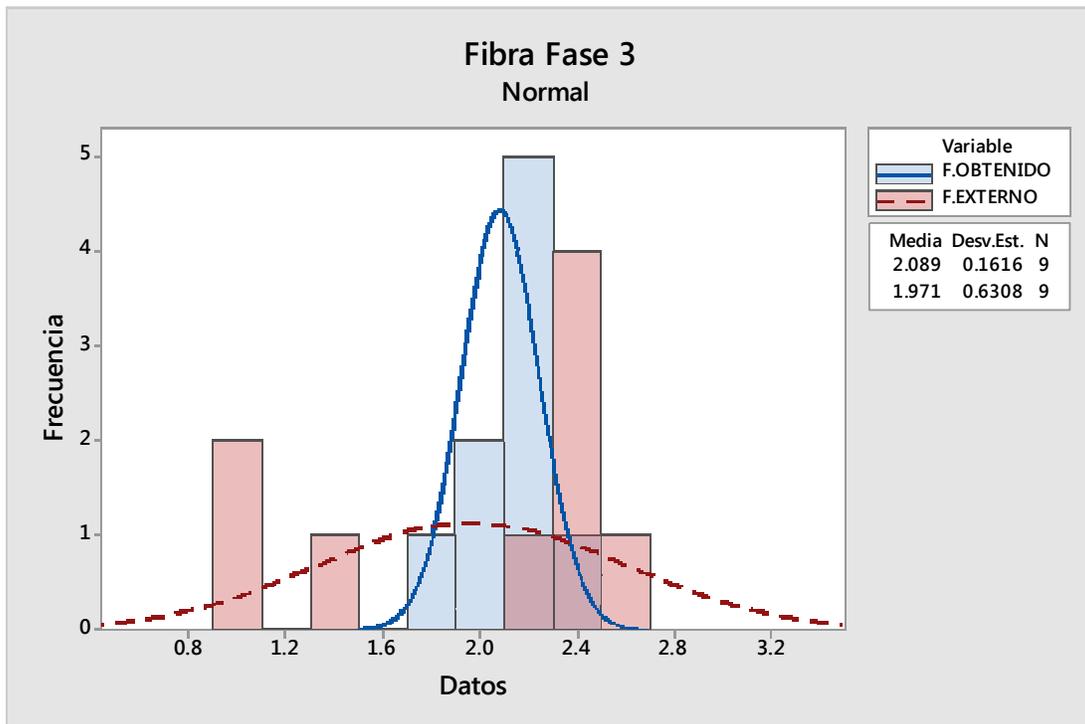


Figura 8. Parámetros del conjunto de muestras.

5.5 Análisis de varianza (Ceniza)

Se observa que el valor de P es mayor que el nivel de significancia, no se puede concluir que existe una correlación estadísticamente significativa entre la viable de respuesta y el término. Tal como se muestra en la tabla 6.

Análisis de Varianza					
Fuente	GL	SC	MC	F	P
Regresión	1	0.009082	0.0090818	0.20	0.670
Error	7	0.321740	0.0459629		
Total	8	0.330822			

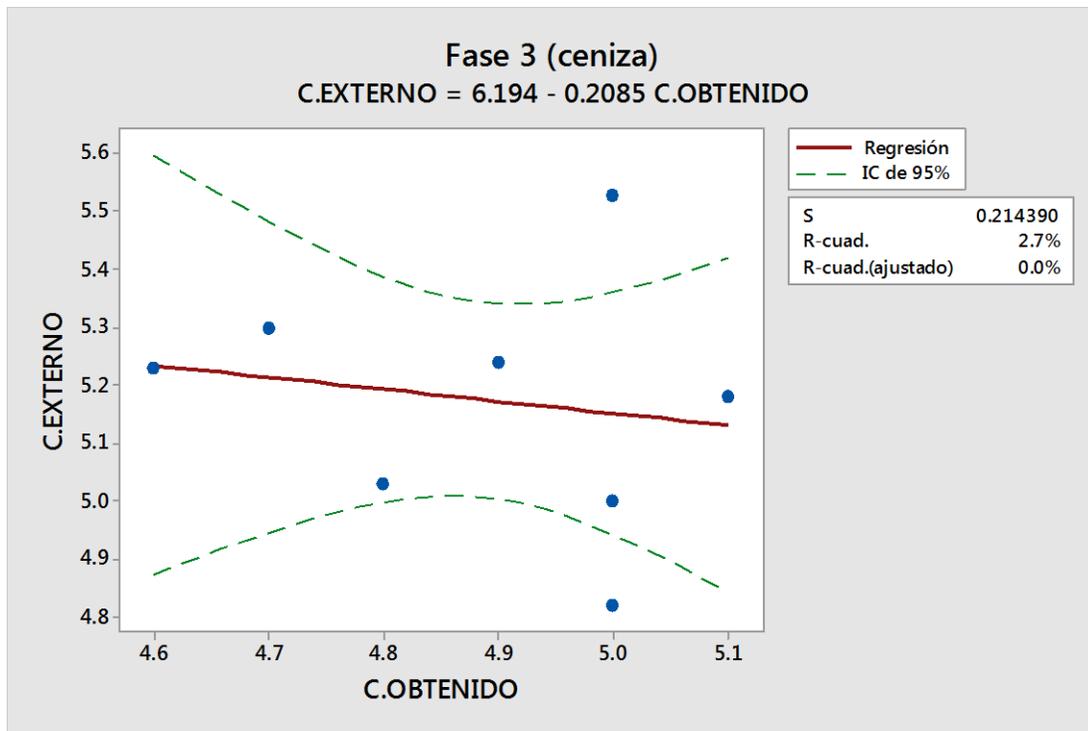
Tabla 6. Análisis de varianza

5.6 Ecuación de regresión

El valor R^2 es el porcentaje de variación en la respuesta que es explicada por el modelo, mientras mayor sea el valor de R^2 , mejor se ajustará el modelo a los datos, el R^2 siempre está entre 0% y 100%. Tal y como se observa en la figura 9. El coeficiente del predictor (análisis interno) es de 0.1904 el cual nos indica que hay una correlación del 1.5 %, en lo que respecta al valor de R-cuad. (Ajustado) es una medida que incorpora el número de predictor ya que en el resultado fue de 0.0 % en la variación de los datos lo cual indica una correlación muy débil y con un valores atípico muy notorios.

$$C.EXTERNO = 6.143 - 0.1904 C.OBTENIDO$$

$$S = 0.286584 \quad R\text{-cuad.} = 1.5\% \quad R\text{-cuad. (Ajustado)} = 0.0\%$$



Figuran 9. Análisis de regresión de línea ajustada

5.7 Estadístico descriptivo C. Obtenido y C. Externo.

En la siguiente figura 10. Se observa el comportamiento de los diferentes análisis y los parámetros que se utilizaron para la construcción del conjunto de muestras de fase 3 (ceniza), los valores de cada uno de los parámetros tanto por química húmeda como por NIR, en el análisis obtenido muestra una distribución hacia la derecha es decir muestra un sesgo positivo de -0.69 con desviación estándar de 0.16, con lo que respecta al análisis externo muestra una distribución normal con una desviación de 0.20 con un sesgo de -0.10

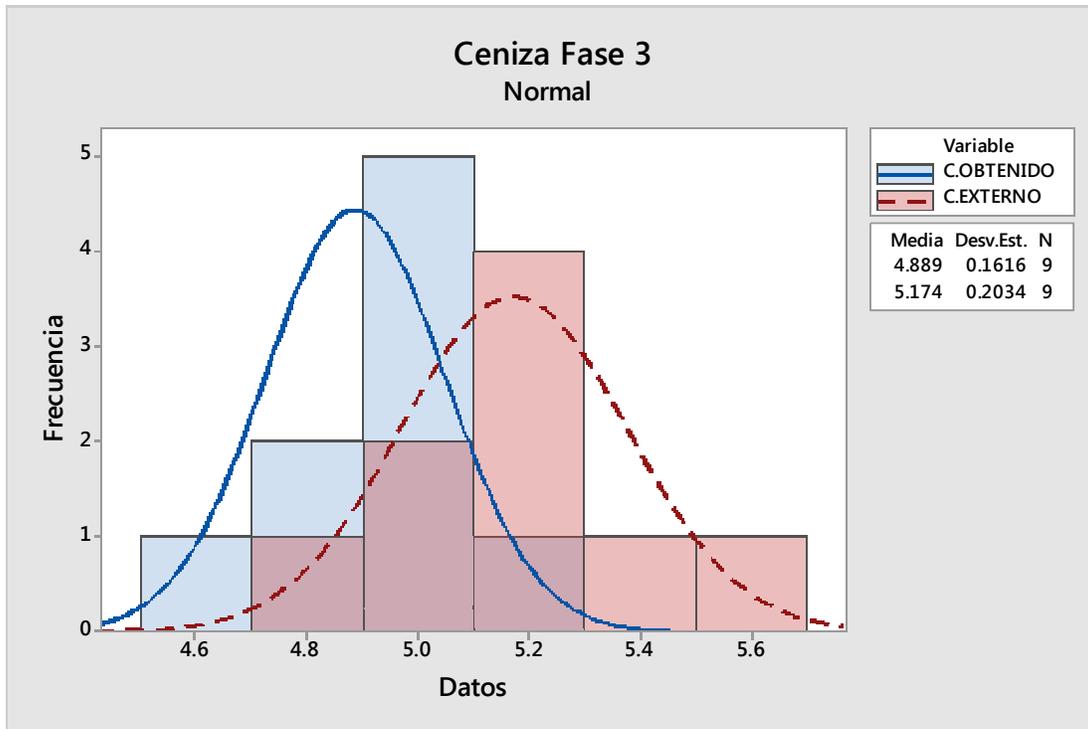


Figura 10. Parámetros del conjunto de muestras

5.8 Resultados de alimento cerdo Fase 4

A continuación se muestra la Tabla 7. Muestra la correlación de los datos cerdo fase 4, se exponen todos los resultados de cerdo obtenidos por la vía experimental y por química húmeda.

	%H.OBTENI DO	%H.EXTER NO	%P.OBTENI DO	%P.EXTER NO	%G.OBTENI DO	%G.EXTER NO	%F.OBTENI DO	%F.EXTER NO	%C.OBTENI DO	%C.EXTER NO
	12.4	13.48	15.8	16.9	5	4.61	2.1	2.38	5.5	4.71
	12	12.98	15.6	16.48	5.3	4.7	2.5	2.56	5.5	4.71
	12.5	12.5	18.9	18.9	4.7	4.7	2.4	2.4	4.3	5.3
	12.9	12.37	14	15.58	4.1	4.58	2.5	2.5	4.9	3.25
	12.6	11.78	19.6	15.31	5.3	5.5	1.6	2	4.6	4.74
	11	10.84	14.2	12.5	5.7	6.32	2.3	2.03	4.9	4.73
PROM	12.23	12.33	16.35	15.95	5.02	5.07	2.23	2.31	4.95	4.57
C.V.	5.49	7.52	14.49	13.26	11.16	13.88	15.42	10.35	9.71	15.05
S.D.	0.67	0.93	2.37	2.11	0.56	0.70	0.34	0.24	0.48	0.69
MIN	11.00	10.84	14.00	12.50	4.10	4.58	1.60	2.00	4.30	3.25
MAX	12.90	13.48	19.60	18.90	5.70	6.32	2.50	2.56	5.50	5.30
2 S.D.	1.34	1.85	4.74	4.23	1.12	1.41	0.69	0.48	0.96	1.38

Tabla 7. Muestras seleccionadas por los diferentes análisis obtenidos por NIR Y química humedad (Piña E. 2018)

Se realiza el análisis de resultados obtenidos durante la parte experimental de este proyecto de investigación, la comparación de los métodos para definir si existe diferencia significativa entre el método NIR y el método de referencia por química humedad, para los diferentes nutrientes del alimento y verificar cuál de los dos tiene mayor precisión y exactitud, continuación se muestra el análisis de varianza de cada nutriente.

5.9 Análisis de varianza (Humedad)

Como se observa en la tabla 8, el valor de P es mayor que el nivel de significancia, no se puede concluir que existe una correlación estadísticamente significativa entre la viable de respuesta y el término.

Análisis de Varianza					
Fuente	GL	SC	MC	F	P
Regresión	1	1.35599	1.35599	1.84	0.246
Error	4	2.94196	0.73549		
Total	5	4.29795			

Tabla 8. Análisis de varianza

6. Ecuación de regresión

El valor R^2 es el porcentaje de variación en la respuesta que es explicada por el modelo, mientras mayor sea el valor de R^2 , mejor se ajustará el modelo a los datos, el R^2 siempre está entre 0% y 100%. Tal y como se observa en la figura 11. El coeficiente del predictor (análisis interno) es de 0.7757 el cual nos indica que hay una correlación del 31.5 %, en lo que respecta al valor de R-cuad. (Ajustado) es una medida que incorpora el número de predictor ya que en el resultado fue de 14.4 % en la variación de los datos lo cual indica una correlación muy débil.

$$H.EXTERNO = 2.835 + 0.7757 H.OBTENIDO$$

$$S = 0.857607 \quad R\text{-cuad.} = 31.5\% \quad R\text{-cuad. (Ajustado)} = 14.4\%$$

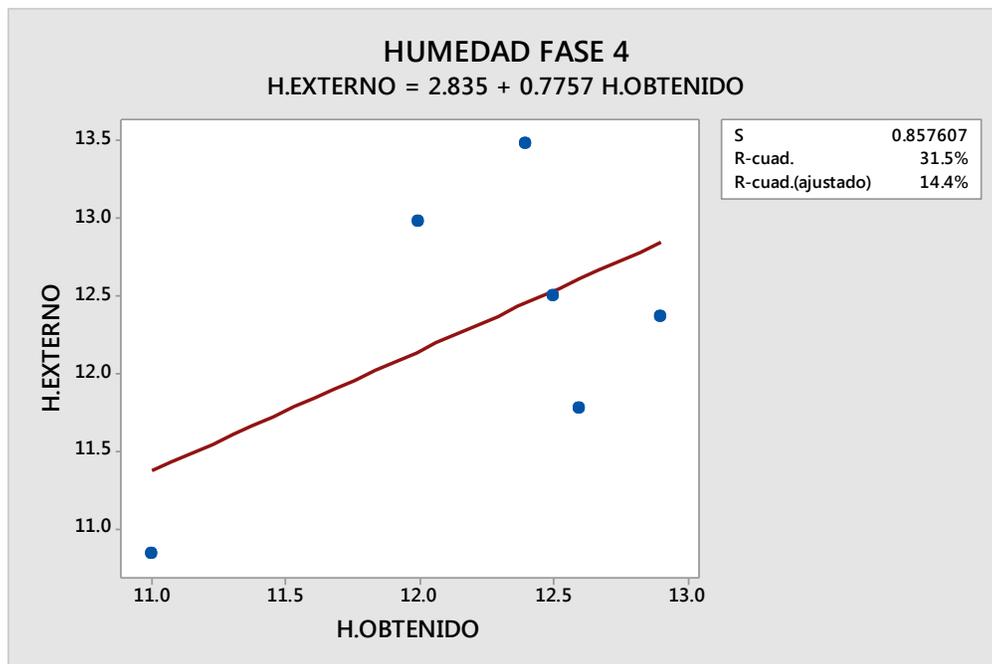


Figura 11. Análisis de regresión de línea ajustada

6.1 Estadísticos descriptivos H. Obtenido H. Externo

En la siguiente figura 12. Se observa el comportamiento de los diferentes análisis y los parámetros que se utilizaron para la construcción del conjunto de muestras de fase 4 (humedad), los valores de cada uno de los parámetros tanto por química húmeda como por NIR, en el análisis obtenido se muestra una distribución normal con una desviación de 0.67 con un sesgo de -1.51 con lo que respecta al análisis externo muestra una distribución normal, con una desviación de 0.92 con un sesgo de -0.61.

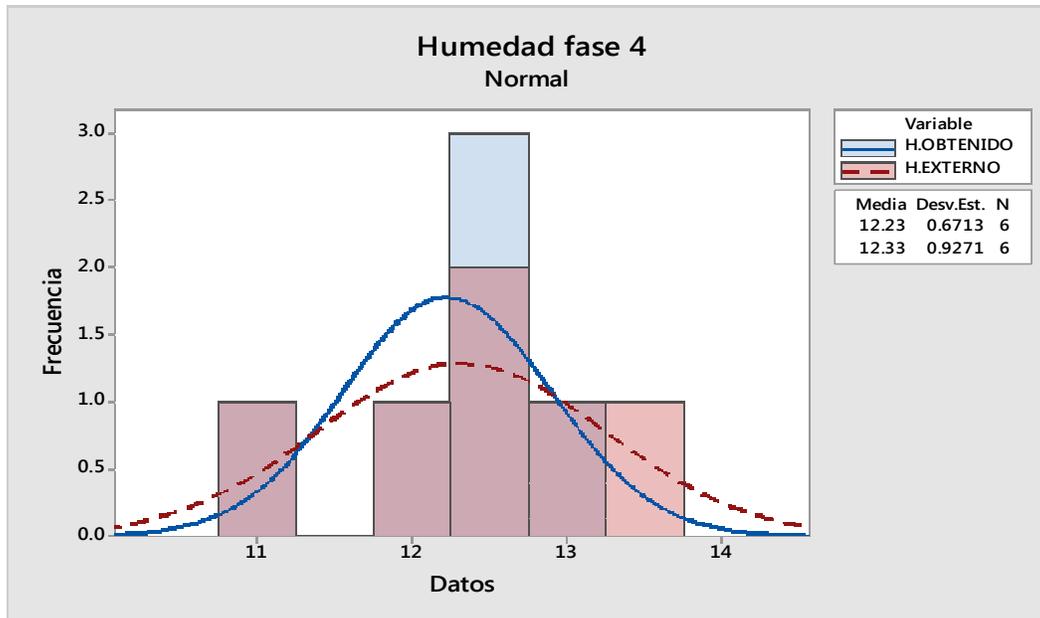


Figura 12. Parámetros del conjunto de muestras

6.2 Análisis de varianza (Proteína)

Como se observa en la tabla 9. El valor de P es mayor que el nivel de significancia, no se puede concluir que existe una correlación estadísticamente significativa entre la viable de respuesta y el término.

Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC	MC	F	P
Regresión	1	5.8445	5.84446	1.42	0.300
Error	4	16.4903	4.12257		
Total	5	22.3347			

Tabla 9. Análisis de varianza

6.3 Ecuación de regresión

El valor R^2 es el porcentaje de variación en la respuesta que es explicada por el modelo, mientras mayor sea el valor de R^2 , mejor se ajustará el modelo a los datos, el R^2 siempre está entre 0% y 100%. Tal y como se observa en la figura 13. El coeficiente del predictor (análisis interno) es de 0.4563 el cual nos indica que hay una correlación del 26.2 %, en lo que respecta al valor de R-cuad. (Ajustado) es una medida que incorpora el número de predictor ya que en el resultado fue de 7.7 % en la variación de los datos lo cual indica una correlación muy débil.

$$P.EXTERNO = 8.485 + 0.4563 P.OBTENIDO$$

$$S = 2.03041 \quad R\text{-cuad.} = 26.2\% \quad R\text{-cuad. (Ajustado)} = 7.7\%$$

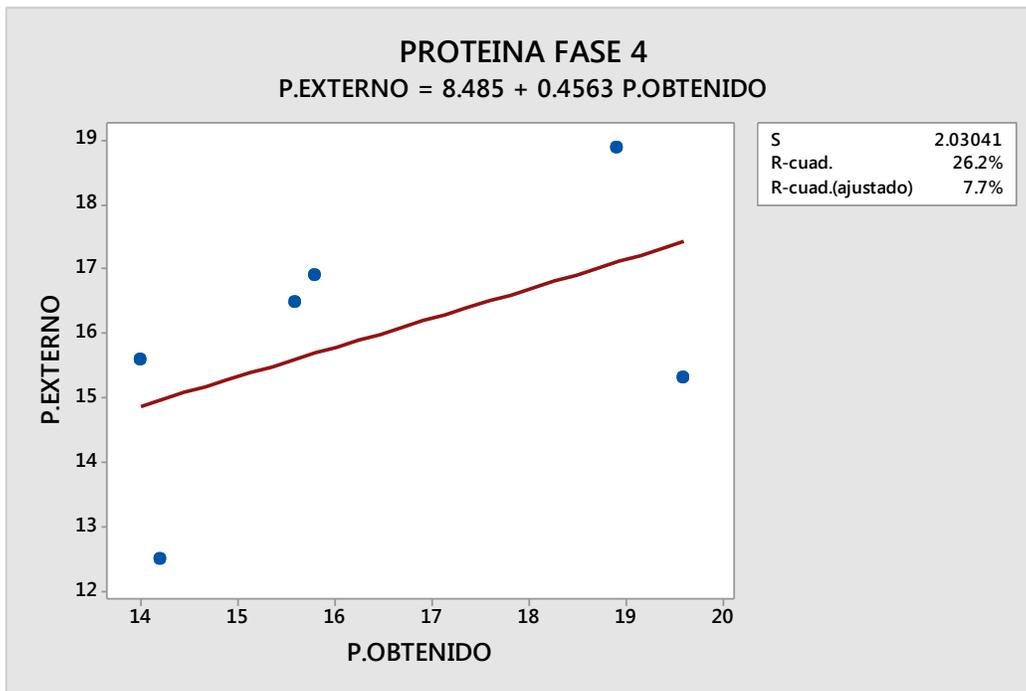


Figura 13. Análisis de regresión de línea ajustada

6.4 Estadístico descriptivo P. Obtenido y P. externo

En la siguiente figura 14. Se observa el comportamiento de los diferentes análisis y los parámetros que se utilizaron para la construcción del conjunto de muestras de fase 4 (proteína), los valores de cada uno de los parámetros tanto por química húmeda como por NIR, en el análisis obtenido se muestra una distribución normal con una desviación de 2.37 con un sesgo de 0.62 con lo que respecta al análisis externo muestra una distribución normal con una desviación de 2.11 con un sesgo de -0.46.

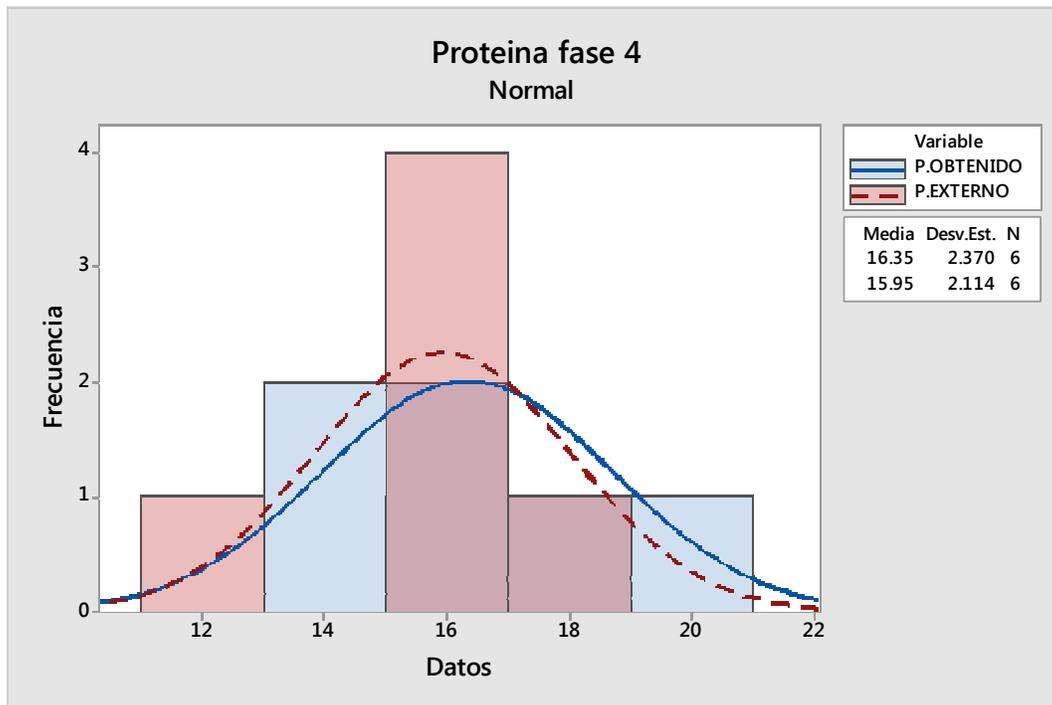


Figura 14. Parámetros del conjunto de muestras.

6.5 Análisis de varianza (Grasa)

Como se observa en la tabla 10. El valor de P es mayor que el nivel de significancia, no se puede concluir que existe una correlación estadísticamente significativa entre la viable de respuesta y el término.

Análisis de Varianza					
Fuente	GL	SC	MC	F	P
Regresión	1	1.33167	1.33167	4.67	0.097
Error	4	1.14121	0.28530		
Total	5	2.47288			

Tabla 10. Análisis de varianza

6.6 Ecuación de regresión

El valor R^2 es el porcentaje de variación en la respuesta que es explicada por el modelo, mientras mayor sea el valor de R^2 , mejor se ajustará el modelo a los datos, el R^2 siempre está entre 0% y 100%. Tal y como se observa en la figura 15. El coeficiente del predictor (análisis interno) es de 0.9215 el cual nos indica que hay una correlación del 53.9 %, en lo que respecta al valor de R-cuad. (Ajustado) es una medida que incorpora el número de predictor ya que en el resultado fue de 42.3 % en la variación de los datos lo cual indica una correlación muy débil.

$$G.EXTERNO = 0.446 + 0.9215 G.OBTENIDO$$

$$S = 0.534137 \quad R\text{-cuad.} = 53.9\% \quad R\text{-cuad. (Ajustado)} = 42.3\%$$

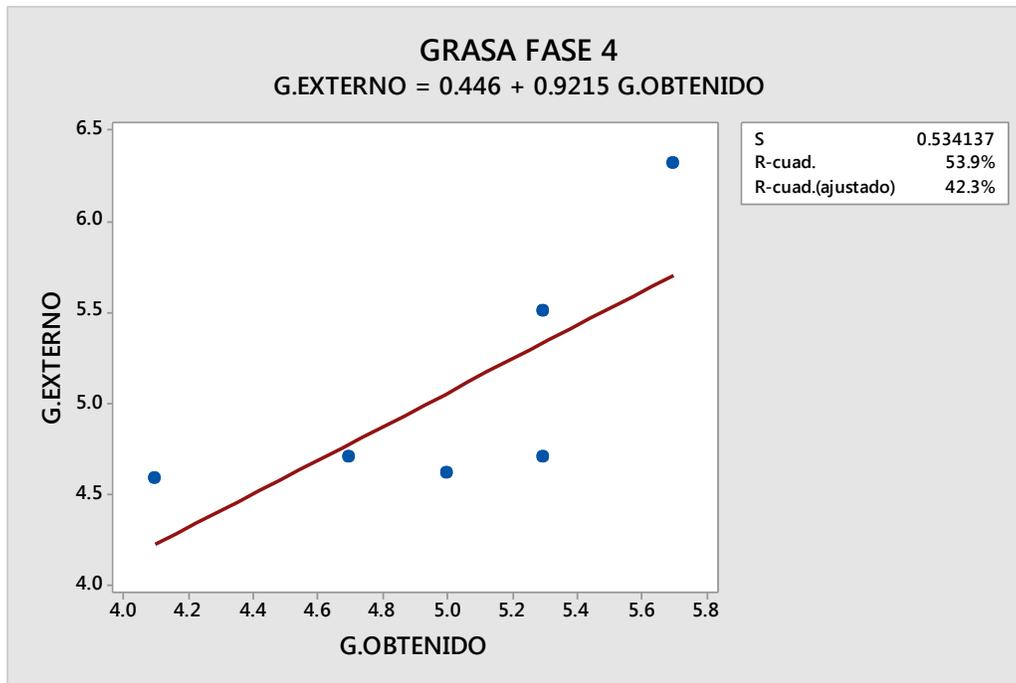


Figura 15. Análisis de regresión de línea ajustada

6.7 Estadísticos descriptivos G. Obtenidos y G. Externo

En la siguiente figura 16.se observa el comportamiento de los diferentes análisis y los parámetros que se utilizaron para la construcción del conjunto de muestras de fase 4 (grasa), los valores de cada uno de los parámetros tanto por química húmeda como por NIR. El análisis obtenido muestra una distribución normal con una desviación de 0.56 con un sesgo de -0.75 con lo que respecta al análisis externo muestra una distribución normal con una desviación de 0.70 con un sesgo de 1.49.

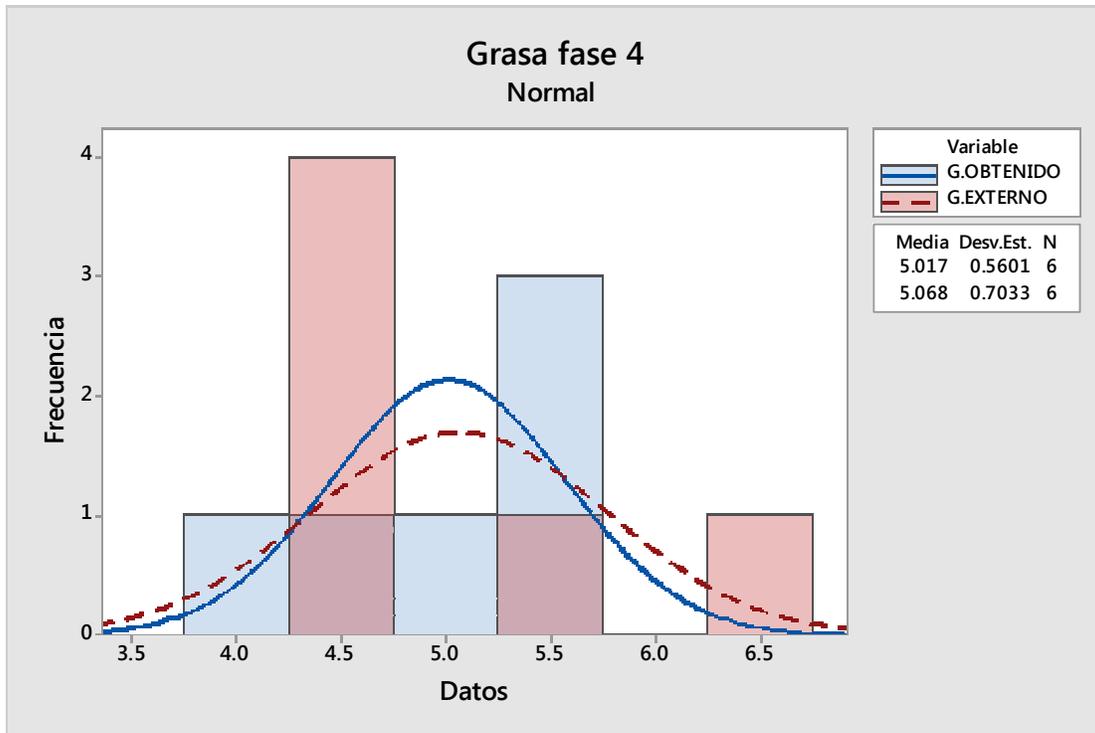


Figura 16. Parámetros del conjunto de muestras

6.8 Análisis de varianza (Fibra)

Como se observa en la tabla 11. El valor de P es mayor que el nivel de significancia, no se puede concluir que existe una correlación estadísticamente significativa entre la variable de respuesta y el término.

Análisis de Varianza					
Fuente	GL	SC	MC	F	P
Regresión	1	0.152360	0.152360	4.56	0.100
Error	4	0.133723	0.033431		
Total	5	0.286083			

Tabla 11. Análisis de varianza

6.9 Ecuación de regresión

El valor R^2 es el porcentaje de variación en la respuesta que es explicada por el modelo, mientras mayor sea el valor de R^2 , mejor se ajustará el modelo a los datos, el R^2 siempre está entre 0% y 100%. Tal y como se observa en la figura 17. El coeficiente del predictor (análisis interno) es de 0.5067 el cual nos indica que hay una correlación del 44.1 %, en lo que respecta al valor de R-cuad. (Ajustado) es una medida que incorpora el número de predictor ya que en el resultado fue de 36.1 % en la variación de los datos lo cual indica una correlación muy débil.

$$F.EXTERNO = 1.180 + 0.5067 F.OBTENIDO$$

$$S = 0.182841 \quad R\text{-cuad.} = 53.3\% \quad R\text{-cuad. (Ajustado)} = 41.6\%$$

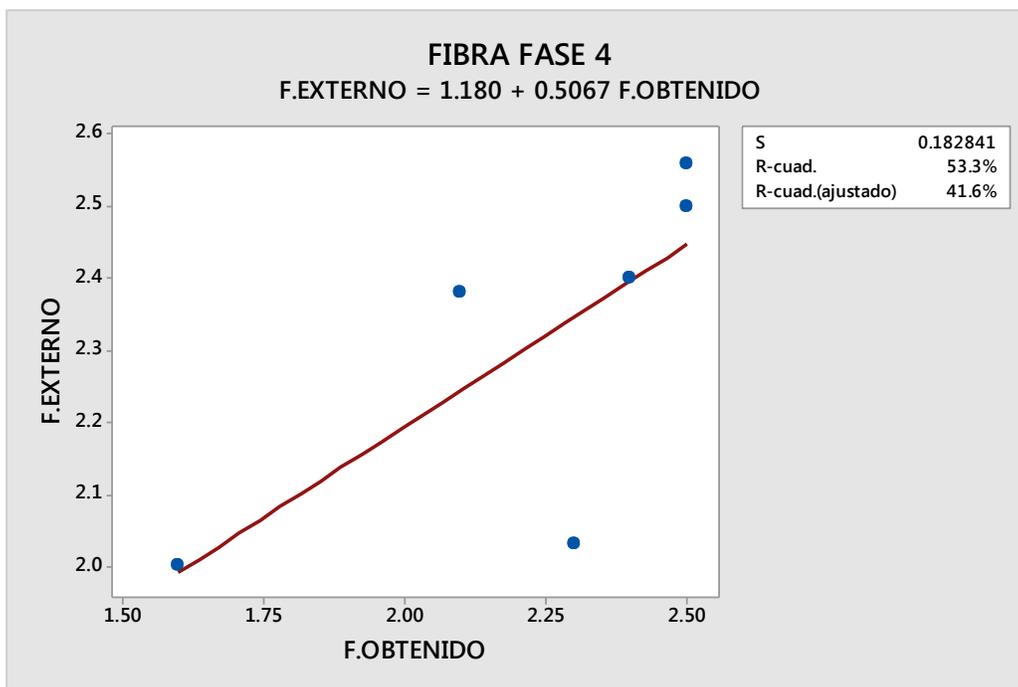


Figura 17. Análisis de regresión de línea ajustada

7. Estadística descriptiva F. Obtenido y F Externo.

En la siguiente figura 18. Se observa el comportamiento de los diferentes análisis y los parámetros que se utilizaron para la construcción del conjunto de muestras de fase 4 (fibra), los valores de cada uno de los parámetros tanto por química húmeda como por NIR, en el análisis obtenido se muestra una distribución normal con una desviación de 0.34 y un sesgo de -1.57 con lo que respecta al análisis externo muestra una distribución sesgada hacia la izquierda lo cual nos quiere decir que un sesgo negativo de -0.65 con una desviación de 0.23.

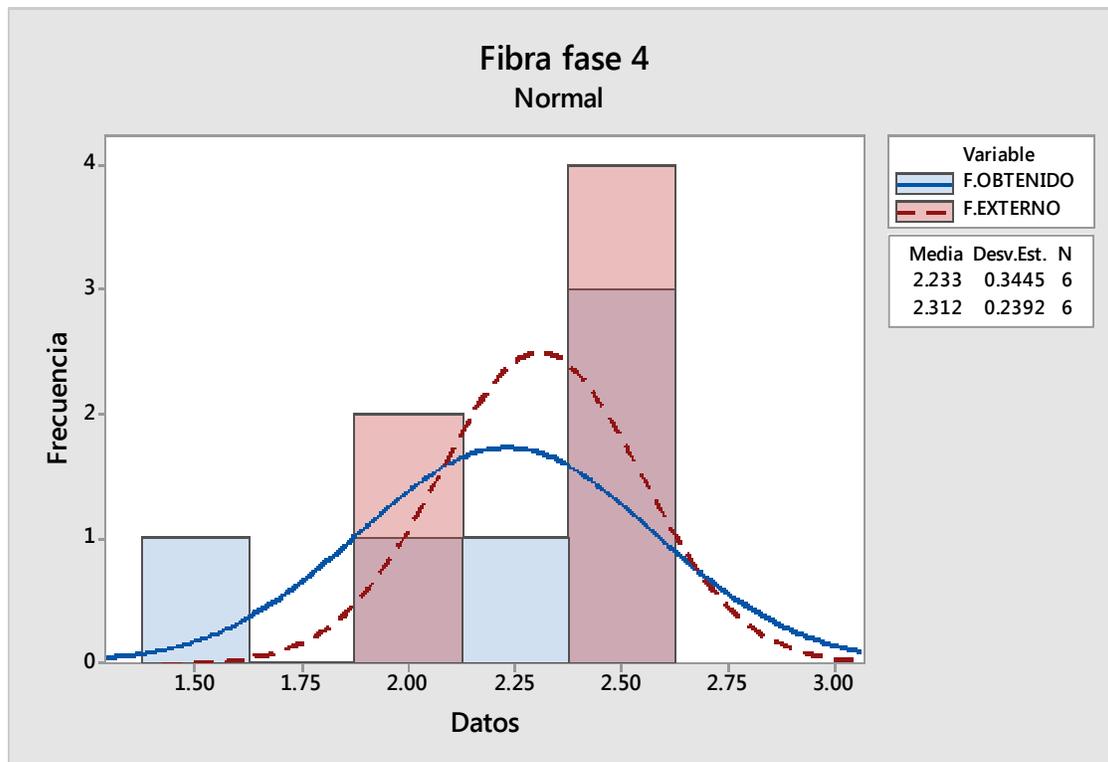


Figura 18. Parámetros del conjunto de muestra

7.1 Análisis de varianza (Ceniza)

Se observa que el valor de P es mayor que el nivel de significancia, no se puede concluir que existe una correlación estadísticamente significativa entre la viable de respuesta y el término. Tal como se muestra en la tabla 12.

Análisis de Varianza					
Fuente	GL	SC	MC	F	P
Regresión	1	0.08977	0.089770	0.16	0.712
Error	4	2.27916	0.569791		
Total	5	2.36893			

Tabla 12. Análisis de varianza

7.2 Ecuación de regresión

El valor R^2 es el porcentaje de variación en la respuesta que es explicada por el modelo, mientras mayor sea el valor de R^2 , mejor se ajustará el modelo a los datos, el R^2 siempre está entre 0% y 100%. Tal y como se observa en la figura 19. El coeficiente del predictor (análisis interno) es de 0.1904 el cual nos indica que hay una correlación del 1.5 %, en lo que respecta al valor de R-cuad. (Ajustado) es una medida que incorpora el número de predictor ya que en el resultado fue de 0.0 % en la variación de los datos lo cual indica una correlación muy débil y con un valores atípico muy notorios.

$$F.EXTERNO = 1.180 + 0.5067 F.OBTENIDO$$

$$S = 0.182841 \quad R\text{-cuad.} = 53.3\% \quad R\text{-cuad. (Ajustado)} = 41.6\%$$

7.3 Estadísticos descriptivos C. Obtenidos y C. Externos

En la siguiente figura 19. Se observa el comportamiento de los diferentes análisis y los parámetros que se utilizaron para la construcción del conjunto de muestras de fase 4 (ceniza), los valores de cada uno de los parámetros tanto por química húmeda como por NIR. Se muestra el análisis obtenido con una distribución sesgado hacia la izquierda, con una desviación de 0.48, con un sesgo de 0.04 con lo que respecta al análisis externo muestra una distribución normal, con una desviación de 0.68 con un sesgo de -1.17.

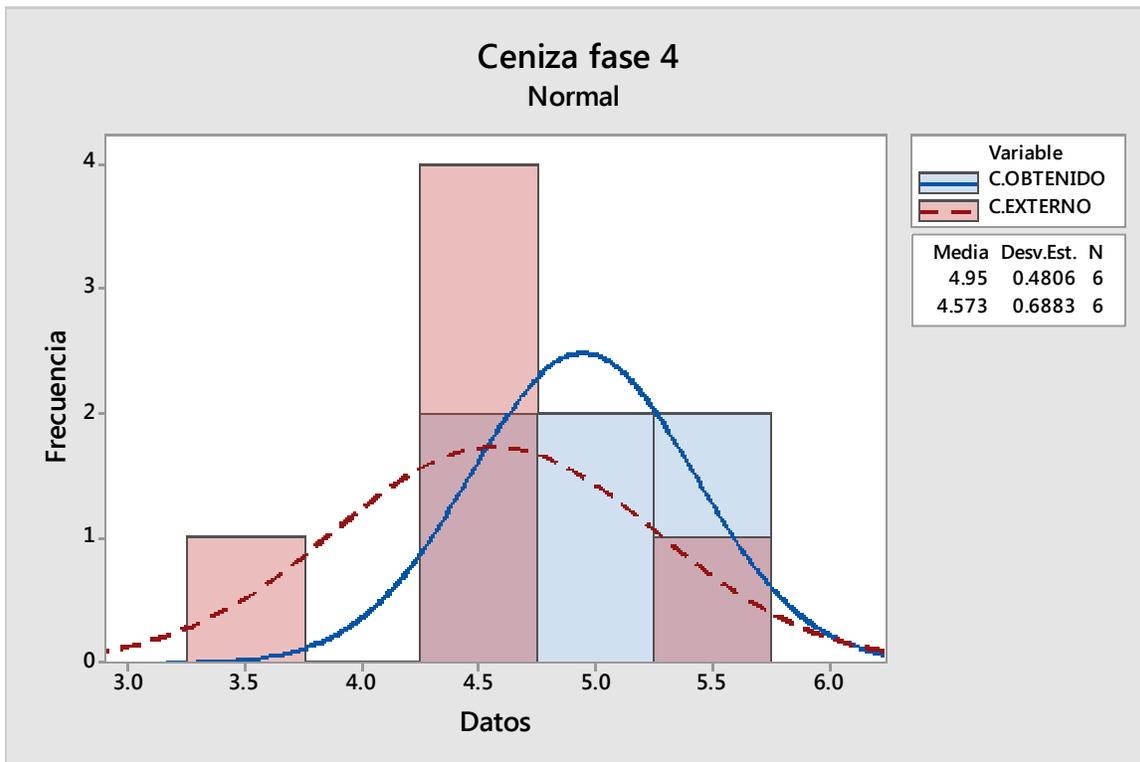


Figura 19. Análisis de regresión de línea ajustada.

7.4 Alimento de cerdo fase 5

A continuación se muestra la Tabla 13. Muestra la correlación de los datos cerdo fase 5, se exponen todos los resultados de cerdo obtenidos por la vía experimental y por química húmeda.

	OB.HUMED	EXT.HUEMD	OB.PROTEI	EXT.PROTEI	OB.GRAS	EXT.GRAS	OB.FBR	EXT.FIBR	OB.CENIZ	EXT.CENIZ
	AD	AD	NA	NA	A	A	A	A	A	A
	13.6	13.6	13.7	13.7	3.2	3.2	2.6	2.6	4.7	4.7
	13	12.44	14	15.31	3.2	3.69	2.9	2.9	4.5	4.42
	14	12.4	12.4	15.15	3.3	3.41	3.1	2.28	3.8	
	12	12.13	19.7	14.74	6.4	4.6	1.9	2.07	4.7	1.65
	11.5	11.17	14.4	15.99	4.4	5.13	3	2.05	4.7	4.73
	12.8	12.43	13.7	15.78	4.2	4.58	2.5	2.28	4.4	
PROM	12.82	12.36	14.65	15.11	4.12	4.10	2.67	2.36	4.47	3.88
C.V.	7.36	6.29	17.50	5.45	30.04	18.87	16.55	13.93	7.84	38.45
S.D.	0.94	0.78	2.56	0.82	1.24	0.77	0.44	0.33	0.35	1.49
MIN	11.50	11.17	12.40	13.70	3.20	3.20	1.90	2.05	3.80	1.65
MAX	14.00	13.60	19.70	15.99	6.40	5.13	3.10	2.90	4.70	4.73
2 S.D.	1.89	1.55	5.13	1.65	2.47	1.55	0.88	0.66	0.70	2.98

Tabla 13. Muestras seleccionadas por los diferentes análisis obtenidos por NIR Y química humedad (Piña. E 2018)

Se realiza el análisis de resultados obtenidos durante la parte experimental de este proyecto de investigación, la comparación de los métodos para definir si existe diferencia significativa entre el método NIR y el método de referencia por química humedad, para los diferentes nutrientes del alimento y verificar cuál de los dos tiene mayor precisión y exactitud, continuación se muestra el análisis de varianza de cada nutriente.

7.5 Análisis de varianza (Humedad)

Como se observa en la tabla 14. El valor de P es mayor que el nivel de significancia, no se puede concluir que existe una correlación estadísticamente significativa entre la viable de respuesta y el término.

Análisis de Varianza					
Fuente	GL	SC	MC	F	P
Regresión	1	1.74592	1.74592	5.48	0.079
Error	4	1.27356	0.31839		
Total	5	3.01948			

Tabla 14. Análisis de varianza

7.6 Ecuación de regresión

El valor R^2 es el porcentaje de variación en la respuesta que es explicada por el modelo, mientras mayor sea el valor de R^2 , mejor se ajustará el modelo a los datos, el R^2 siempre está entre 0% y 100%. Tal y como se observa en la figura 20. El coeficiente del predictor (análisis interno) es de 0.6265 el cual nos indica que hay una correlación del 57.8 %, en lo que respecta al valor de R-cuad. (Ajustado) es una medida que incorpora el número de predictor ya que en el resultado fue de 47.3 % en la variación de los datos lo cual indica una correlación muy débil.

$$\text{EXT.HUEMDAD} = 4.332 + 0.6265 \text{ OB.HUMEDAD}$$

$$S = 0.564261 \quad R\text{-cuad.} = 57.8\% \quad R\text{-cuad. (Ajustado)} = 47.3\%$$

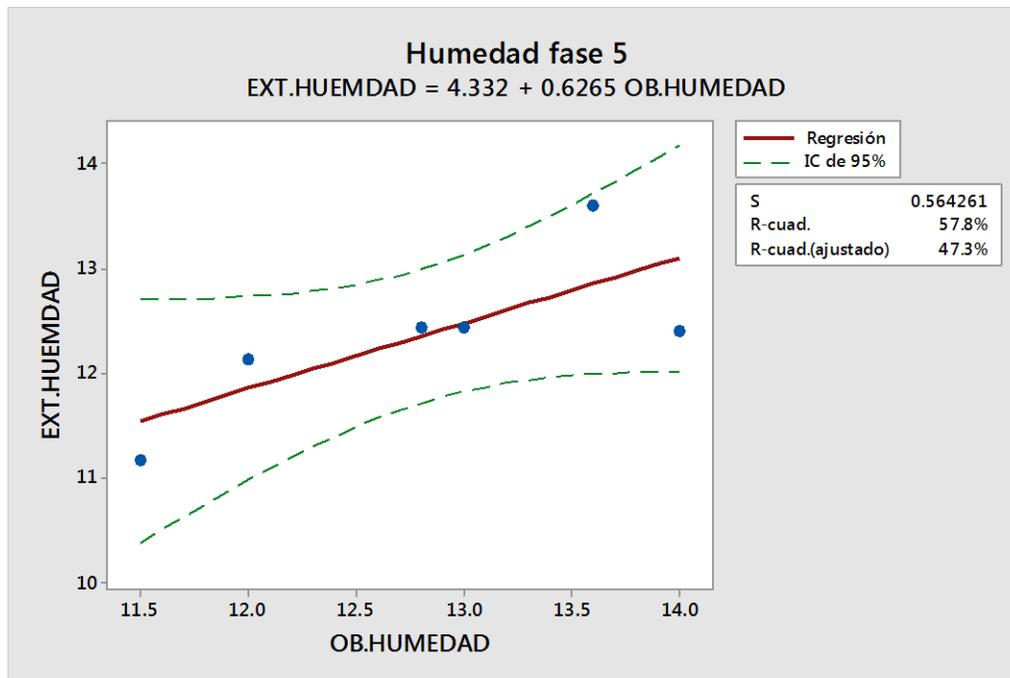


Figura 20. Análisis de regresión de línea ajustada

7.7 Estadísticas descriptivas de H. Obtenidos y H. externos

En la siguiente figura 21. Se observa el comportamiento de los diferentes análisis y los parámetros que se utilizaron para la construcción del conjunto de muestras de fase 5 (humedad), los valores de cada uno de los parámetros tanto por química húmeda como por NIR, en el análisis obtenido se muestra una distribución normal con una desviación de 0.94 con un sesgo de -0.24 con lo que respecta al análisis externo se muestra una distribución con un sesgo positivo ala derecha, con una desviación de 0.77 con sesgo de 0.12.

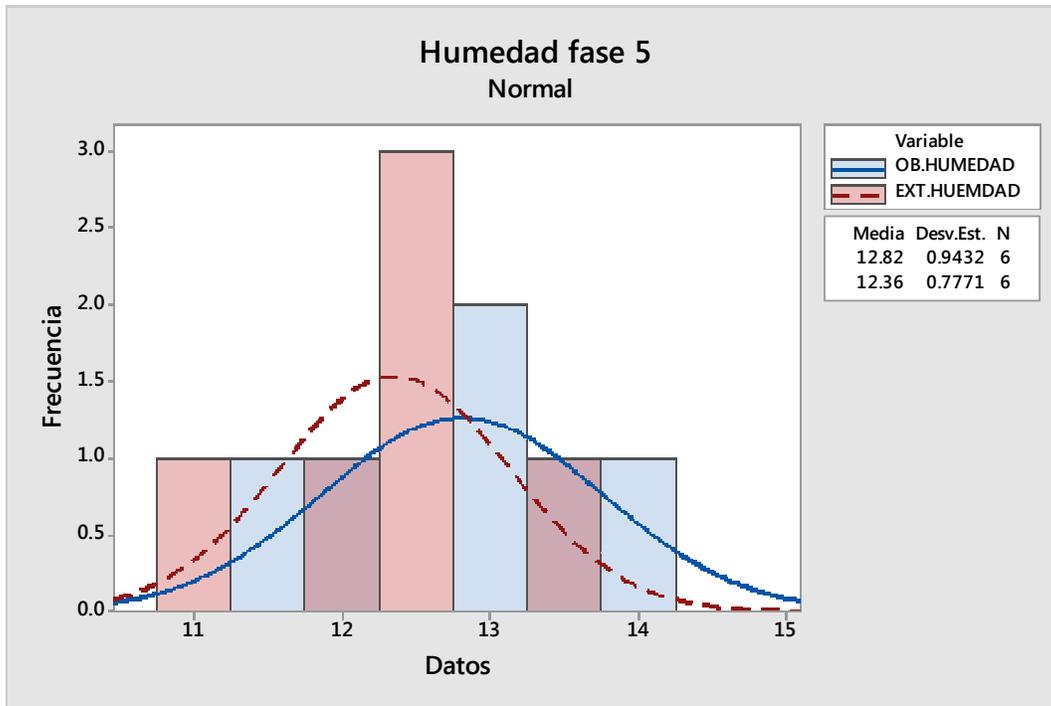


Figura 21. Parámetros del conjunto de muestras

7.8 Análisis de varianza (Proteína)

Como se observa en la tabla 15. El valor de P es mayor que el nivel de significancia, no se puede concluir que existe una correlación estadísticamente significativa entre la viable de respuesta y el término.

Análisis de Varianza					
Fuente	GL	SC	MC	F	P
Regresión	1	0.07845	0.078455	0.09	0.774
Error	4	3.31143	0.827857		
Total	5	3.38988			

Tabla 15. Análisis de varianza

7.9 Ecuación de regresión

El valor R^2 es el porcentaje de variación en la respuesta que es explicada por el modelo, mientras mayor sea el valor de R^2 , mejor se ajustará el modelo a los datos, el R^2 siempre está entre 0% y 100%. Tal y como se observa en la figura 22. El coeficiente del predictor (análisis interno) es de 0.0489 el cual nos indica que hay una correlación del 2.3 %, en lo que respecta al valor de R-cuad. (Ajustado) es una medida que incorpora el número de predictor ya que en el resultado fue de 0.0 % en la variación de los datos lo cual indica una correlación muy débil.

$$\text{EXT.PROTEINA} = 15.83 - 0.0489 \text{ OB.PROTEINA}$$

$$S = 0.909867 \quad R\text{-cuad.} = 2.3\% \quad R\text{-cuad. (Ajustado)} = 0.0\%$$

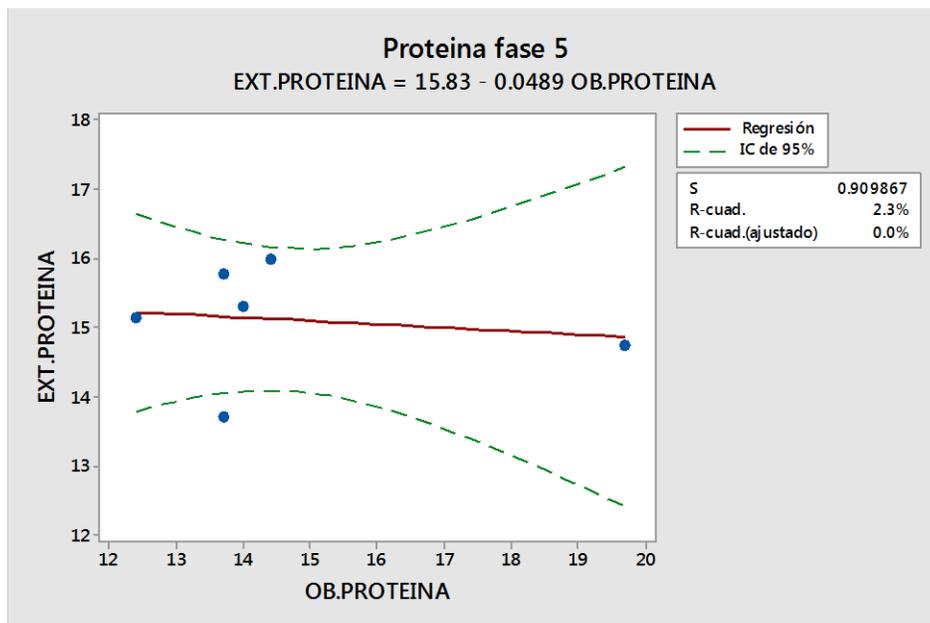


Figura 22. Análisis de regresión de línea ajustada.

8. Estadísticos descriptivos P. Obtenidos y P. Externos

En la siguiente figura 23. Se observa el comportamiento de los diferentes análisis y los parámetros que se utilizaron para la construcción del conjunto de muestras de fase 5 (proteína), los valores de cada uno de los parámetros tanto por química húmeda como por NIR, se muestra en el análisis obtenido una distribución traslapada con una desviación de 2.56 con un sesgo de 2.06, con respecto al análisis externo se muestra una distribución de normal con una desviación de 0.82 con un sesgo de -1.01.

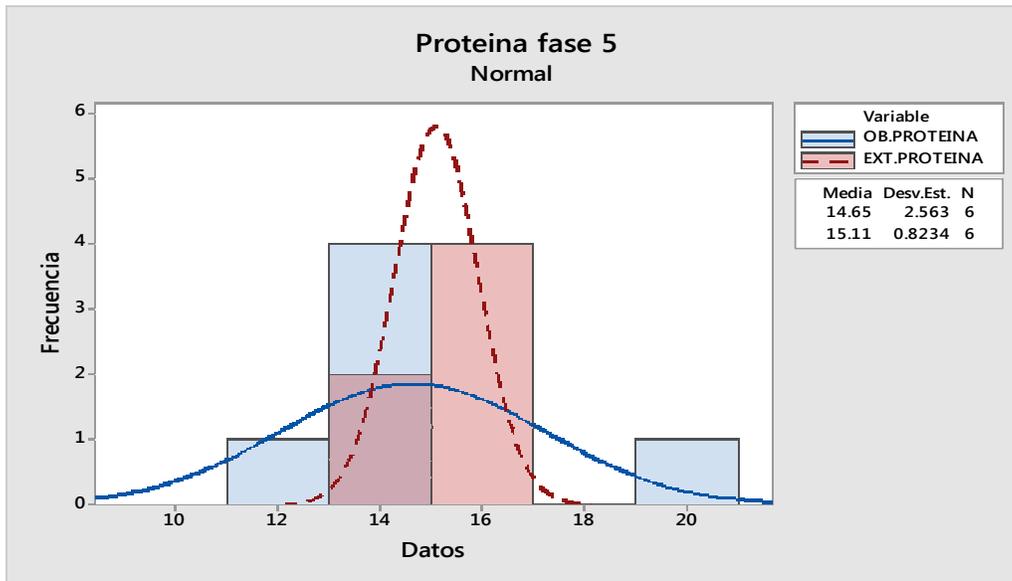


Figura 23. Parámetros del conjunto de muestras.

8.1 Análisis de varianza (Grasa)

Como se observa en la tabla 16. El valor de P es mayor que el nivel de significancia, no se puede concluir que existe una correlación estadísticamente significativa entre la viable de respuesta y el término.

Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC	MC	F	P
Regresión	1	1.37070	1.37070	3.37	0.140
Error	4	1.62478	0.40620		
Total	5	2.99548			

Tabla 16. Análisis de varianza

8.2 Ecuación de regresión

El valor R^2 es el porcentaje de variación en la respuesta que es explicada por el modelo, mientras mayor sea el valor de R^2 , mejor se ajustará el modelo a los datos, el R^2 siempre está entre 0% y 100%. Tal y como se observa en la figura 24. El coeficiente del predictor (análisis interno) es de 0.4233 el cual nos indica que hay una correlación del 45.8 %, en lo que respecta al valor de R-cuad. (Ajustado) es una medida que incorpora el número de predictor ya que en el resultado fue de 32.2 % en la variación de los datos lo cual indica una correlación muy débil.

$$\text{EXT.GRASA} = 2.359 + 0.4233 \text{ OB.GRASA}$$

$$S = 0.637335 \quad R\text{-cuad.} = 45.8\% \quad R\text{-cuad. (Ajustado)} = 32.2\%$$

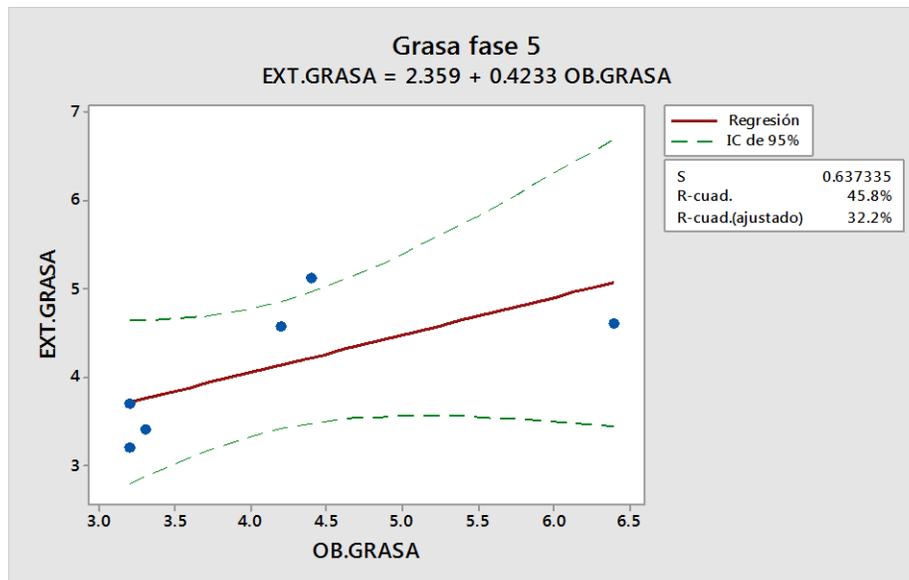


Figura 24. Análisis de regresión de línea ajustada

8.3 Estadísticos descriptivos G. Obtenidos y G. E externos.

En la siguiente figura 25. Se observa el comportamiento de los diferentes análisis y los parámetros que se utilizaron para la construcción del conjunto de muestras de fase 5 (grasa), los valores de cada uno de los parámetros tanto por química húmeda como por NIR. Se muestra el análisis obtenido con una distribución normal con una desviación de 1.23 con un sesgo de 1.56, con lo que respecta al análisis externo muestra una distribución traslapada con una desviación de 0.77 con un sesgo de 0.12.

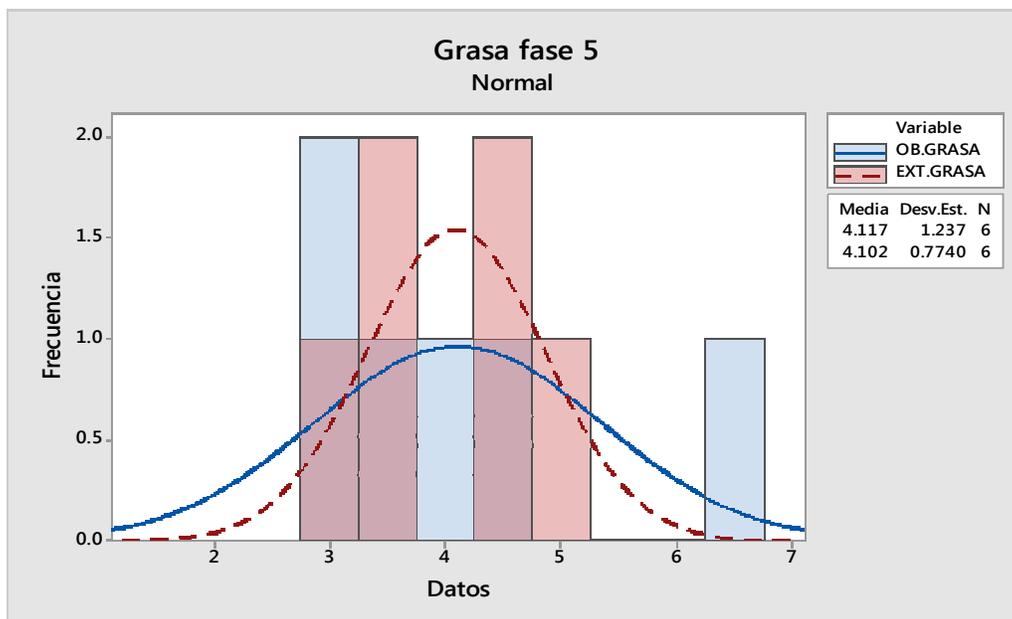


Figura 25. Parámetros del conjunto de muestras

8.4 Análisis de varianza (Fibra)

Como se observa en la tabla 17. El valor de P es mayor que el nivel de significancia, no se puede concluir que existe una correlación estadísticamente significativa entre la viable de respuesta y el término.

Análisis de Varianza					
Fuente	GL	SC	MC	F	P
Regresión	1	0.044307	0.044307	0.36	0.583
Error	4	0.497826	0.124457		
Total	5	0.542133			

Tabla 17. Análisis de varianza

8.5 Ecuación de regresión

El valor R^2 es el porcentaje de variación en la respuesta que es explicada por el modelo, mientras mayor sea el valor de R^2 , mejor se ajustará el modelo a los datos, el R^2 siempre está entre 0% y 100%. Tal y como se observa en la figura 26. El coeficiente del predictor (análisis interno) es de 0.2134 el cual nos indica que hay una correlación del 8.2 %, en lo que respecta al valor de R-cuad. (Ajustado) es una medida que incorpora el número de predictor ya que en el resultado fue de 0.0 % en la variación de los datos lo cual indica una correlación muy débil.

$$\text{EXT.FIBRA} = 1.794 + 0.2134 \text{ OB.FBRA}$$

$$S = 0.352784 \quad R\text{-cuad.} = 8.2\% \quad R\text{-cuad. (Ajustado)} = 0.0\%$$

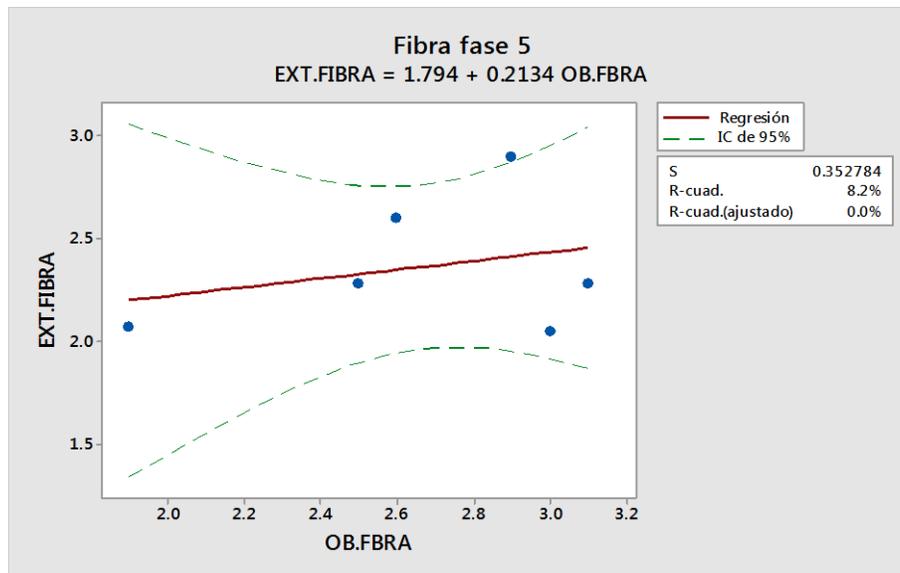


Figura 26. Analisis de regresión de línea ajustada

8.6 Estadísticos descriptivos F. Obtenidos y F. externos

En la siguiente figura 27. Se observa el comportamiento de los diferentes análisis y los parámetros que se utilizaron para la construcción del conjunto de muestras de fase 5 (fibra), los valores de cada uno de los parámetros tanto por química húmeda como por NIR, en el análisis obtenido muestra una distribución normal con una desviación de 0.44 con un sesgo de -1.13 con lo que respecta al análisis externo muestra una distribución de sesgada ala derecha, con una desviación de 0.32 con un sesgo de 0.93.

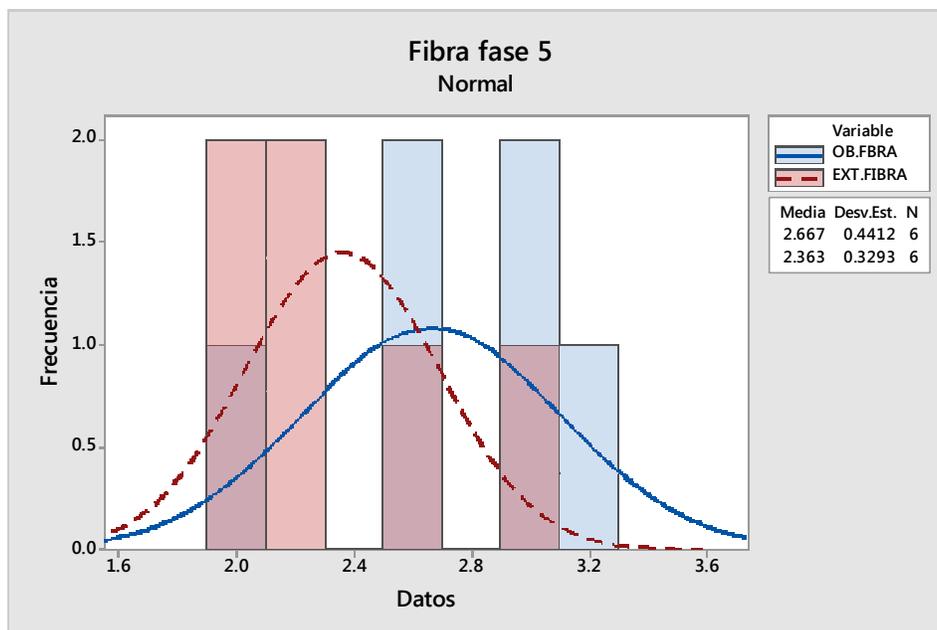


Figura 27. Parámetros del conjunto de muestras

8.7 Análisis de varianza (Ceniza)

Se observa que el valor de P es mayor que el nivel de significancia, no se puede concluir que existe una correlación estadísticamente significativa entre la viable de respuesta y el término. Tal como se muestra en la tabla 18.

Análisis de Varianza					
Fuente	GL	SC	MC	F	P
Regresión	1	0.09444	0.09444	0.05	0.826
Error	4	6.87745	1.71936		
Total	5	6.97188			

Tabla 18. Análisis de varianza

8.8 Ecuación de regresión

El valor R^2 es el porcentaje de variación en la respuesta que es explicada por el modelo, mientras mayor sea el valor de R^2 , mejor se ajustará el modelo a los datos, el R^2 siempre está entre 0% y 100%. Tal y como se observa en la figura 28. El coeficiente del predictor (análisis interno) es de 0.392 el cual nos indica que hay una correlación del 1.4 %, en lo que respecta al valor de R-cuad. (Ajustado) es una medida que incorpora el número de predictor ya que en el resultado fue de 0.0 % en la variación de los datos lo cual indica una correlación muy débil y con un valores atípico muy notorios.

$$\text{EXT.CENIZA} = 5.754 - 0.392 \text{ OB.CENIZA}$$

$$S = 1.31124 \quad R\text{-cuad.} = 1.4\% \quad R\text{-cuad. (Ajustado)} = 0.0\%$$

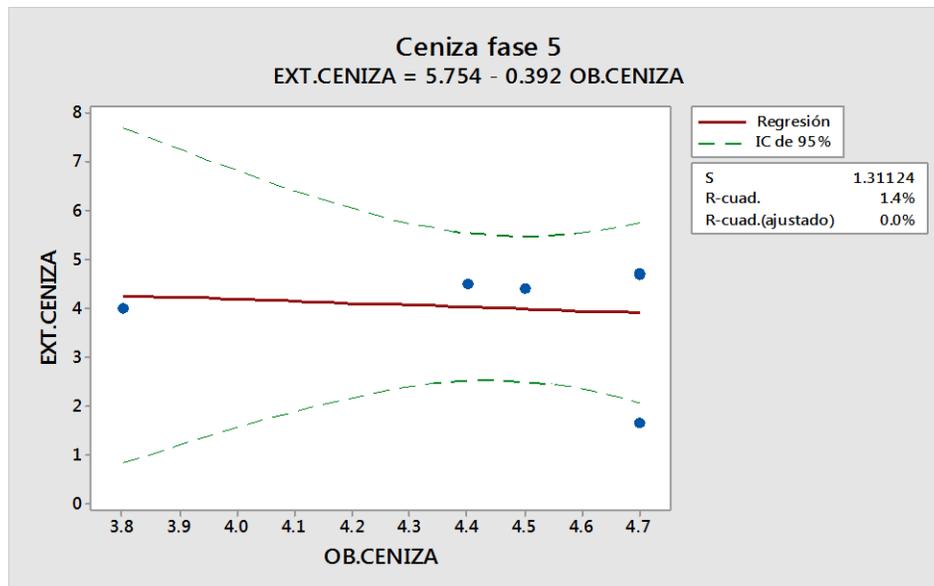


Figura 28. Análisis de regresión de línea ajustada

8.9 Estadísticos descriptivos C. Obtenidos y C. Externos

En la siguiente figura 29. Se observa el comportamiento de los diferentes análisis y los parámetros que se utilizaron para la construcción del conjunto de muestras de fase 5 (ceniza), los valores de cada uno de los parámetros tanto por química húmeda como por NIR. En el análisis obtenido muestra una distribución traslapada con una desviación 0.35 con un sesgo de -1.80 con respecto al análisis externo muestra una distribución normal con una desviación de 1.18 con un sesgo de -1.95.

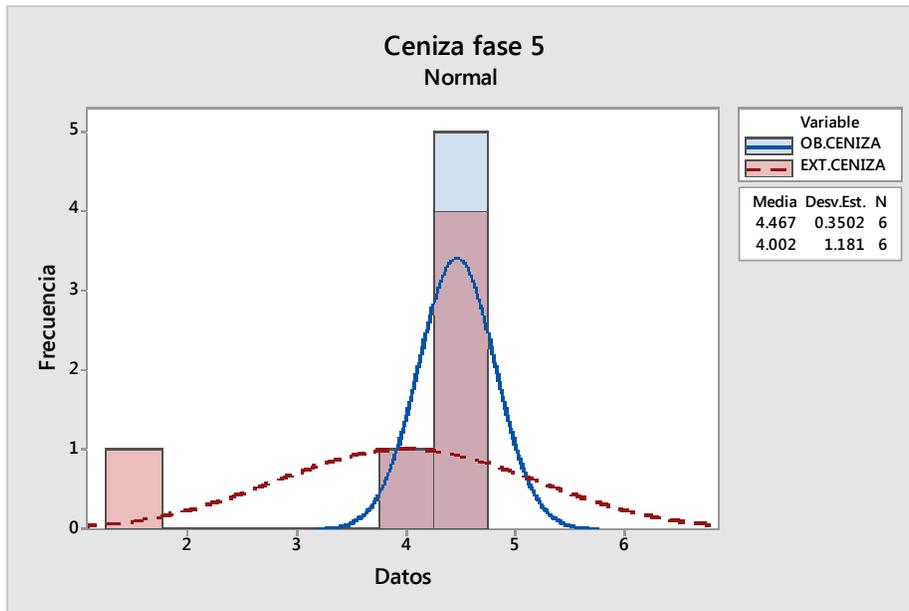


Figura 29. Parámetros del conjunto de muestras

9. Resultados de alimentos de cerdo fase 6

A continuación se muestra la Tabla 19. Muestra la correlación de los datos cerdo fase 3, se exponen todos los resultados de cerdo obtenidos por la vía experimental y por química húmeda.

	%OB.HUME	%EXT.HUEM	%OB.PROTE	%EXT.PROTE	%OB.GR	%EXT.GR	%OB.FB	%EXT.FIB	%OB.CEN	%EXT.CEN
	DAD	DAD	INA	INA	ASA	ASA	RA	RA	IZA	IZA
	13.4	13.4	14.6	14.6	3.2	3.2	2.9	2.9	4.7	4.7
	13.4	12.64	12	13.94	3.5	3.83	2.6	2.6	3.9	3.89
	12	12.13	14.3	14.13	2.9	4.14	3.8	2.19	4.4	1.94
	11.2	11.16	13.6	15.02	4.6	5.23	2.7	2.12	4.5	4.09
	12.8	12.38	13.9	14.89	4	4.48	2.5	2.12	4.7	
PROME	12.56	12.34	13.68	14.52	3.64	4.18	2.90	2.39	4.44	3.66
DIO										
C.V.	7.59	6.60	7.41	3.23	18.49	18.07	18.08	14.67	7.40	32.67
S.D.	0.95	0.81	1.01	0.47	0.67	0.75	0.52	0.35	0.33	1.19
MIN	11.20	11.16	12.00	13.94	2.90	3.20	2.50	2.12	3.90	1.94
MAX	13.40	13.40	14.60	15.02	4.60	5.23	3.80	2.90	4.70	4.70
2 S.D.	1.91	1.63	2.03	0.94	1.35	1.51	1.05	0.70	0.66	2.39

Tabla 19. Muestras seleccionadas por los diferentes análisis obtenidos por NIR Y química humedad (Piña. E 2018)

Se realiza el análisis de resultados obtenidos durante la parte experimental de este proyecto de investigación, la comparación de los métodos para definir si existe diferencia significativa entre el método NIR y el método de referencia por química humedad, para los diferentes nutrientes del alimento y verificar cuál de los dos tiene mayor precisión y exactitud, continuación se muestra el análisis de varianza de cada nutriente.

9.1 Análisis de varianza (Humedad)

Como se observa en la tabla 20. El valor de P es mayor que el nivel de significancia, no se puede concluir que existe una correlación estadísticamente significativa entre la viable de respuesta y el término.

Análisis de Varianza					
Fuente	GL	SC	MC	F	P
Regresión	1	2.27483	2.27483	18.11	0.024
Error	3	0.37685	0.12562		
Total	4	2.65168			

Tabla 20. Análisis de varianza

9.2 Ecuación de regresión

El valor R^2 es el porcentaje de variación en la respuesta que es explicada por el modelo, mientras mayor sea el valor de R^2 , mejor se ajustará el modelo a los datos, el R^2 siempre está entre 0% y 100%. Tal y como se observa en la figura 30. El coeficiente del predictor (análisis interno) es de 0.7914 el cual nos indica que hay una correlación del 85.8 %, en lo que respecta al valor de R-cuad. (Ajustado) es una medida que incorpora el número de predictor ya que en el resultado fue de 81.1 % en la variación de los datos lo cual indica una correlación muy débil.

$$\text{EXT.HUEMDAD} = 2.402 + 0.7914 \text{ OB.HUMEDAD}$$

$$S = 0.354425 \quad R\text{-cuad.} = 85.8\% \quad R\text{-cuad. (Ajustado)} = 81.1\%$$

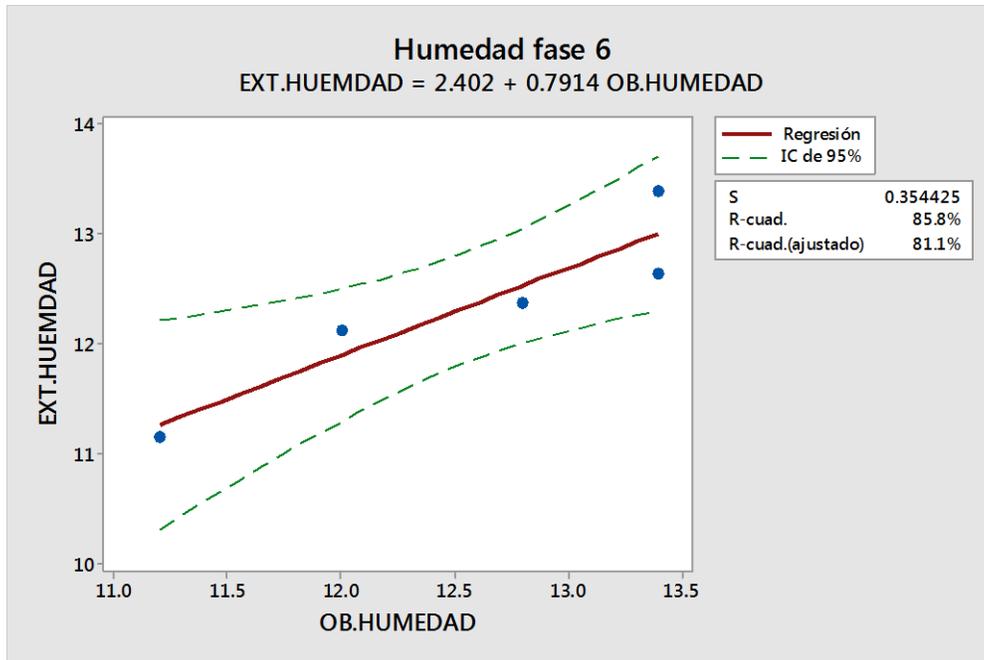


Figura 30. Análisis de regresión de línea ajustada

9.3 Estadísticos descriptivos H. Obtenido y H. Externos

En la siguiente figura 31. Se observa el comportamiento de los diferentes análisis y los parámetros que se utilizaron para la construcción del conjunto de muestras de fase 6 (humedad), los valores de cada uno de los parámetros tanto por química húmeda como por NIR, en el análisis obtenido muestra una distribución normal con una desviación de 0.95 con un sesgo de -0.72 con lo que respecta al análisis externo muestra una distribución sesgada ala derecha lo cual no indica un sesgo positivo con una desviación de 0.81 con un sesgo de -0.35.

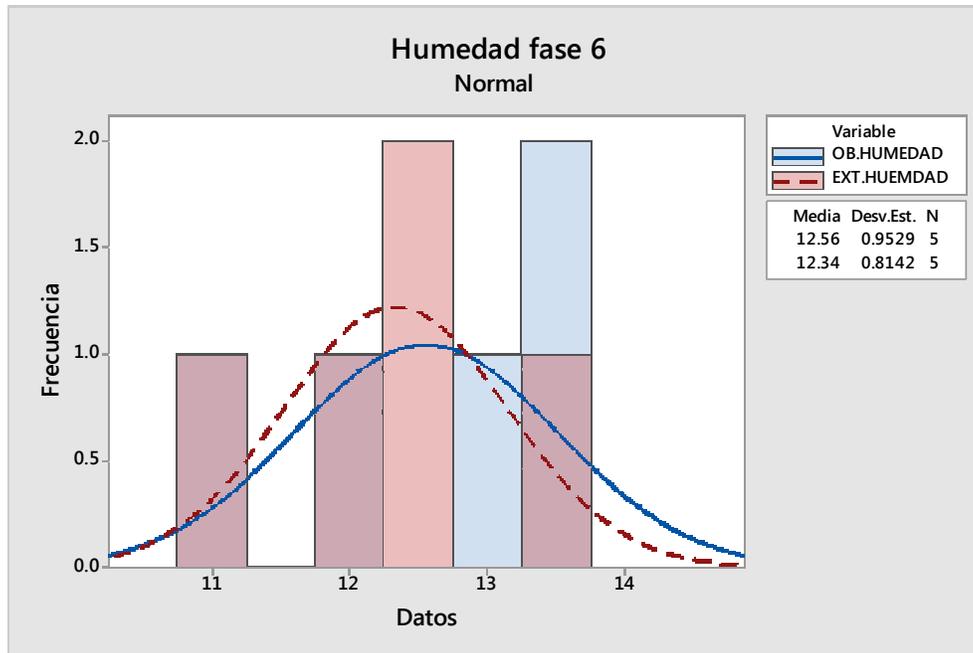


Figura 3.1.2 Parámetros del conjunto de muestras

9.4 Análisis de varianza (Proteína)

Como se observa en la tabla 21. El valor de P es mayor que el nivel de significancia, no se puede concluir que existe una correlación estadísticamente significativa entre la viable de respuesta y el término.

Análisis de Varianza					
Fuente	GL	SC	MC	F	P
Regresión	1	0.174885	0.174885	0.74	0.452
Error	3	0.706835	0.235612		
Total	4	0.881720			

Tabla 21. Análisis de varianza

9.5 Ecuación de regresión

El valor R^2 es el porcentaje de variación en la respuesta que es explicada por el modelo, mientras mayor sea el valor de R^2 , mejor se ajustará el modelo a los datos, el R^2 siempre está entre 0% y 100%. Tal y como se observa en la figura 3.1.3 El coeficiente del predictor (análisis interno) es de 0.2063 el cual nos indica que hay una correlación del 19.8 %, en lo que respecta al valor de R-cuad. (Ajustado) es una medida que incorpora el número de predictor ya que en el resultado fue de 0.0 % en la variación de los datos lo cual indica una correlación muy débil.

$$\text{EXT.PROTEINA} = 11.69 + 0.2063 \text{ OB.PROTEINA}$$

$$S = 0.485399 \quad R\text{-cuad.} = 19.8\% \quad R\text{-cuad. (Ajustado)} = 0.0\%$$

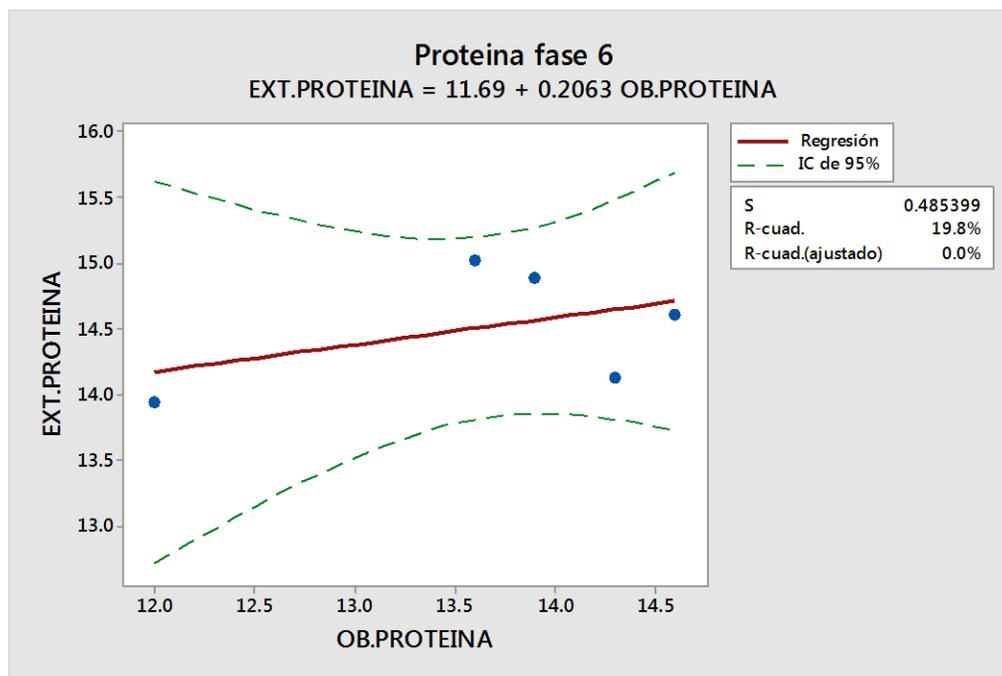


Figura 3.1.3 Análisis de regresión de línea ajustada

9.6 Estadísticos descriptivos P. Obtenido y P. Externo

En la siguiente figura 3.1.4 Se observa el comportamiento de los diferentes análisis y los parámetros que se utilizaron para la construcción del conjunto de muestras de fase 6 (proteína), los valores de cada uno de los parámetros tanto por química húmeda como por NIR, el análisis obtenido muestra una distribución normal con una desviación de 1.01 con un sesgo de -1.49 con lo que respecta al análisis externo muestra una distribución translapada sesgada ala izquierda lo cual nos quiere decir que muestra un sesgo negativo con una desviación de 0.49 con un sesgo de -0.27.

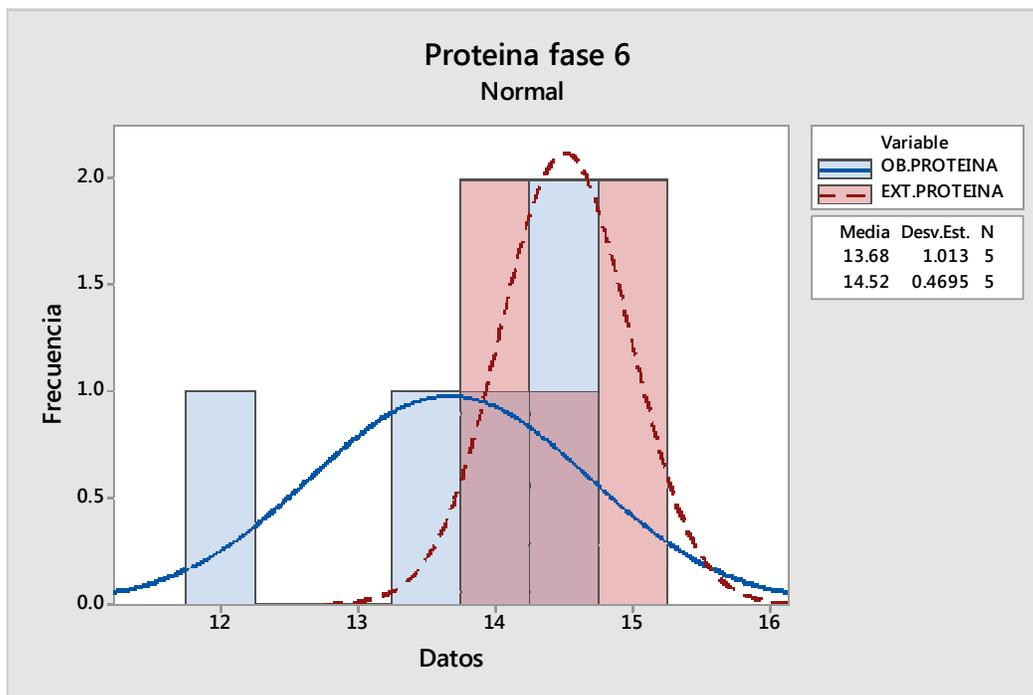


Figura 3.1.4 Parámetros del conjunto de muestras.

9.7 Análisis de varianza (Grasa)

Como se observa en la tabla 22. El valor de P es mayor que el nivel de significancia, no se puede concluir que existe una correlación estadísticamente significativa entre la viable de respuesta y el término.

Análisis de Varianza					
Fuente	GL	SC	MC	F	P
Regresión	1	1.45873	1.45873	5.35	0.104
Error	3	0.81819	0.27273		
Total	4	2.27692			

Tabla 22. Análisis de varianza.

9.8 Ecuación de regresión

El valor R^2 es el porcentaje de variación en la respuesta que es explicada por el modelo, mientras mayor sea el valor de R^2 , mejor se ajustará el modelo a los datos, el R^2 siempre está entre 0% y 100%. Tal y como se observa en la figura 3.1.5 el coeficiente del predictor (análisis interno) es de 0.8972 el cual nos indica que hay una correlación del 64.1 %, en lo que respecta al valor de R-cuad. (Ajustado) es una medida que incorpora el número de predictor ya que en el resultado fue de 52.1 % en la variación de los datos lo cual indica una correlación muy débil.

$$\text{EXT.GRASA} = 0.910 + 0.8972 \text{ OB.GRASA}$$

$$S = 0.522234 \quad R\text{-cuad.} = 64.1\% \quad R\text{-cuad. (Ajustado)} = 52.1\%$$

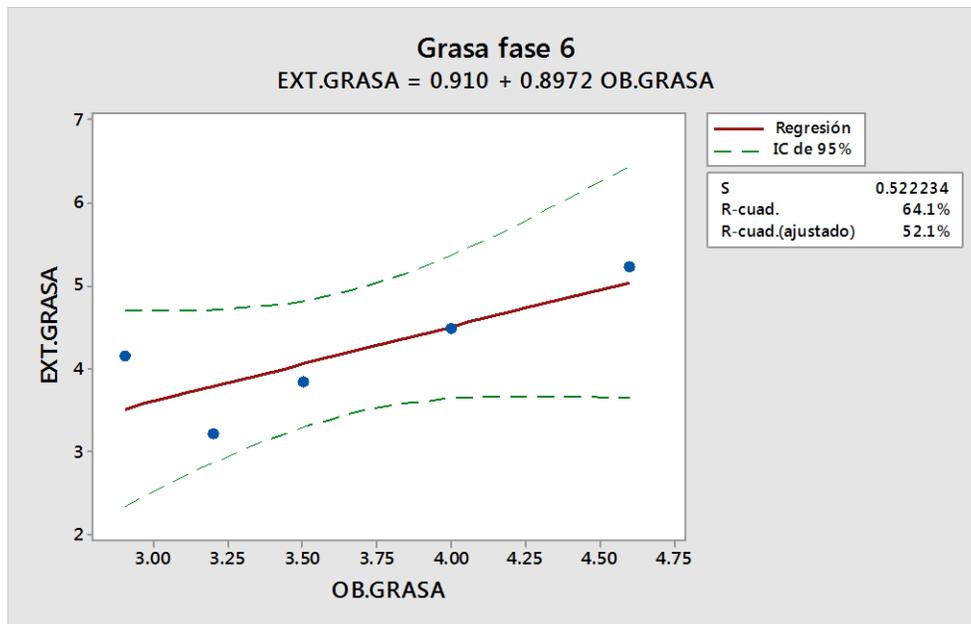


Figura 3.1.5 Análisis de regresión lineal de línea ajustada.

9.9 Estadísticos descriptivos G. Obtenido y G. Externos

En la siguiente figura 3.1.6 se observa el comportamiento de los diferentes análisis y los parámetros que se utilizaron para la construcción del conjunto de muestras de fase 6 (grasa), los valores de cada uno de los parámetros tanto por química húmeda como por NIR. En el análisis obtenido muestra una distribución sesgada ala derecha lo cual indica un sesgo positivo, con una desviación de 0.67 y un sesgo de 0.60 con respecto al análisis externo muestra una distribución normal con una desviación de 0.75 con un sesgo de 0.22.

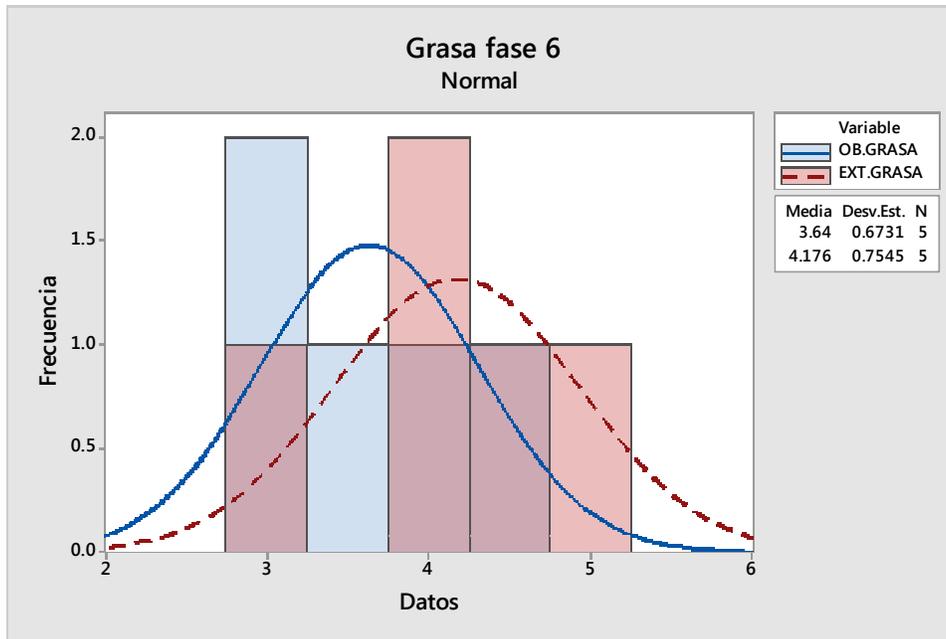


Figura 3.1.6 Parámetros del conjunto de muestras.

10. Análisis de varianza (Fibra)

Como se observa en la tabla 23. El valor de P es mayor que el nivel de significancia, no se puede concluir que existe una correlación estadísticamente significativa entre la viable de respuesta y el término.

Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC	MC	F	P
Regresión	1	0.005965	0.005965	0.04	0.860
Error	3	0.483955	0.161318		
Total	4	0.489920			

Tabla 23. Análisis de varianza

10.1 Ecuación de regresión

El valor R^2 es el porcentaje de variación en la respuesta que es explicada por el modelo, mientras mayor sea el valor de R^2 , mejor se ajustará el modelo a los datos, el R^2 siempre está entre 0% y 100%. Tal y como se observa en la figura 3.1.7 El coeficiente del predictor (análisis interno) es de 0.0736 el cual nos indica que hay una correlación del 1.2 %, en lo que respecta al valor de R-cuad. (Ajustado) es una medida que incorpora el número de predictor ya que en el resultado fue de 0.0 % en la variación de los datos lo cual indica una correlación muy débil.

$$\text{EXT.FIBRA} = 2.600 - 0.0736 \text{ OB.FBRA}$$

$$S = 0.401645 \quad R\text{-cuad.} = 1.2\% \quad R\text{-cuad. (Ajustado)} = 0.0\%$$

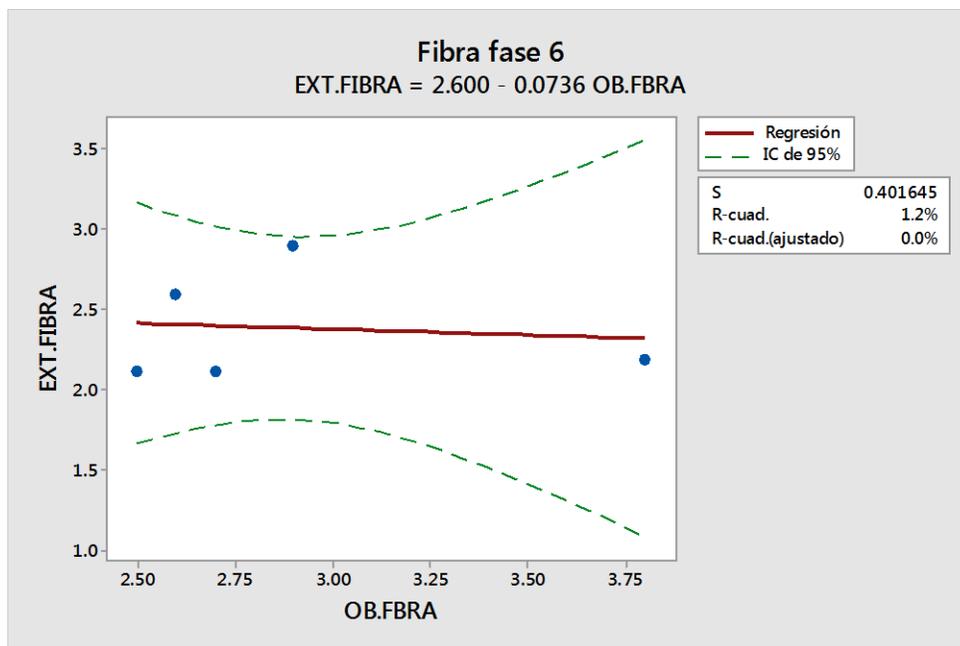


Figura 3.1.7. Análisis de regresión de línea ajustada.

10.2 Estadísticos descriptivos F. Obtenido y F. Externo

En la siguiente figura 3.1.8 Se observa el comportamiento de los diferentes análisis y los parámetros que se utilizaron para la construcción del conjunto de muestras de fase 6 (fibra), los valores de cada uno de los parámetros tanto por química húmeda como por NIR, en el análisis obtenido muestra una distribución normal con una desviación estándar de 0.52 con un sesgo de 1.82 con lo que respecta al análisis externo muestra una distribución sesgada ala derecha el cual indica un sesgo positivo con una desviación de 0.35 con un sesgo de 0.98.

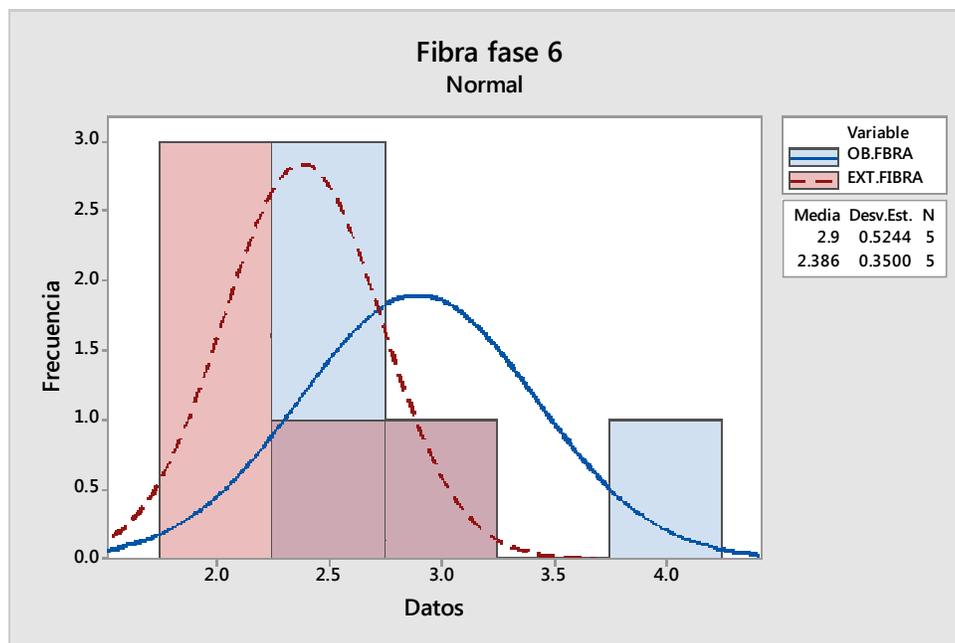


Figura 3.1.8 Parámetros del conjunto de muestras.

10.3 Análisis de varianza (Ceniza)

Se observa que el valor de P es mayor que el nivel de significancia, no se puede concluir que existe una correlación estadísticamente significativa entre la viable de respuesta y el término. Tal como se muestra en la tabla 24.

Análisis de Varianza					
Fuente	GL	SC	MC	F	P
Regresión	1	0.60492	0.60492	0.40	0.572
Error	3	4.54640	1.51547		
Total	4	5.15132			

Tabla 24. Análisis de varianza

10.4 Ecuación de regresión

El valor R^2 es el porcentaje de variación en la respuesta que es explicada por el modelo, mientras mayor sea el valor de R^2 , mejor se ajustará el modelo a los datos, el R^2 siempre está entre 0% y 100%. Tal y como se observa en la figura 3.1.9 el coeficiente del predictor (análisis interno) es de 1.183 el cual nos indica que hay una correlación del 11.7 %, en lo que respecta al valor de R-cuad. (Ajustado) es una medida que incorpora el número de predictor ya que en el resultado fue de 0.0 % en la variación de los datos lo cual indica una correlación muy débil y con un valores atípico muy notorios.

$$\text{EXT.CENIZA} = - 1.390 + 1.183 \text{ OB.CENIZA}$$

$$S = 1.23104 \quad R\text{-cuad.} = 11.7\% \quad R\text{-cuad. (Ajustado)} = 0.0\%$$

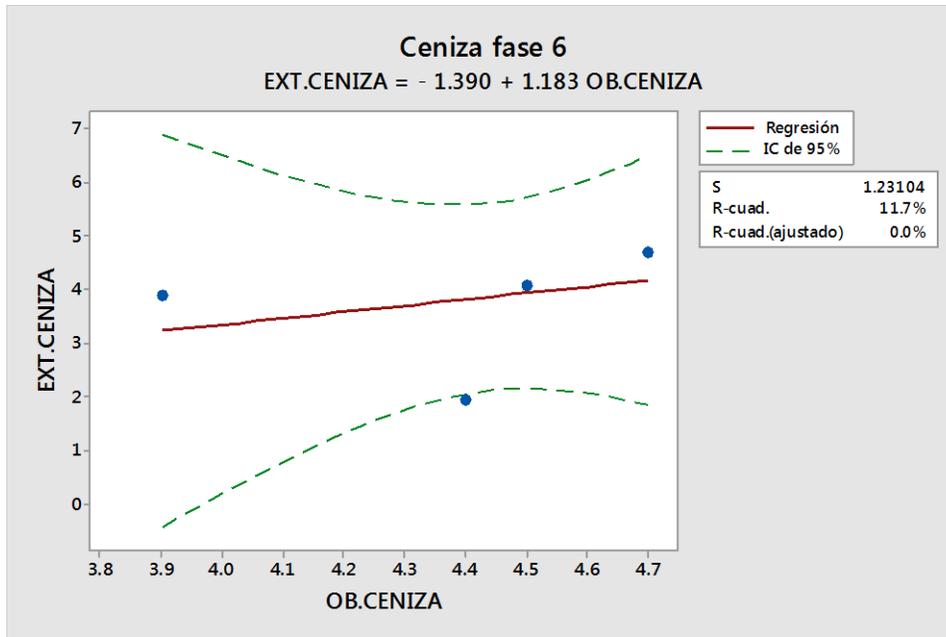


Figura 3.1.9. Análisis de regresión de línea ajustada.

10.5 Estadísticos descriptivos C. Obtenido C. Externo

En la siguiente figura 4.1.1 Se observa el comportamiento de los diferentes análisis y los parámetros que se utilizaron para la construcción del conjunto de muestras de fase 6 (ceniza), los valores de cada uno de los parámetros tanto por química húmeda como por NIR. En el análisis obtenido se muestra una distribución translapada con una desviación de 0.32 y un sesgo de -1.43, con respecto al análisis externo muestra una distribución normal con una desviación de 1.13 con un sesgo de -1.49.

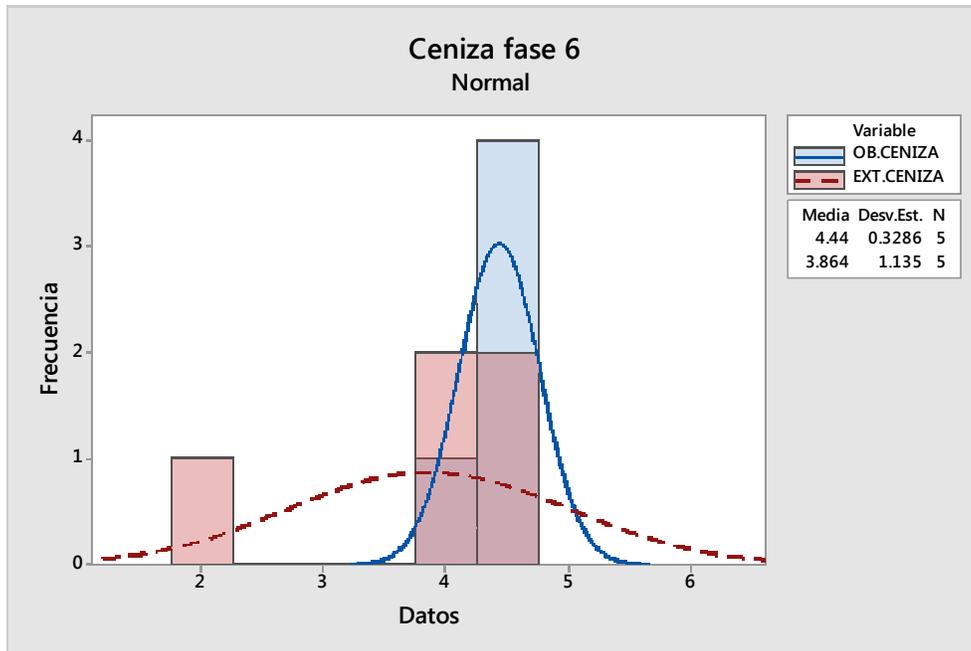


Figura 4.1.1. Parámetros del conjunto de muestras

10.6 Resultados de alimento de cerdo fase 7

A continuación se muestra la Tabla 25. Muestra la correlación de los datos cerdo fase 3, se exponen todos los resultados de cerdo obtenidos por la vía experimental y por química húmeda.

	%OB.HUME	%EXT.HUEM	%OB.PROTEI	%EXT.PROTEI	%OB.GRA	%EXT.GRA	%OB.FIB	%EXT.FIB	%OB.CENI	%EXT.CENI
	DAD	DAD	NA	NA	SA	SA	RA	RA	ZA	ZA
	13.2	13.2	14.4	14.4	2.9	2.9	3.1	3.1	4.8	4.8
	13.1	12.34	13.6	15.94	2.9	3.06	3	3	4.2	4.1
	13.6	12.36	13.7	15.18	2.9	2.28	3.5	0	4.5	
	12.2	12.1	19.4	15.69	5.2	2.97	1.7	1.17	4.7	4.85
	12.7	11.85	13.7	15.69	3.2	3.37	3.1	2.18	4.1	4.42
	11.7	11.1	14	12.5	3.4	3.83	3.3	2.33	4.2	3.75
PRO	12.75	12.16	14.80	12.75	3.42	5.22	2.95	1.96	4.42	3.74
C.V.	5.50	5.67	15.35	41.48	26.27	93.75	21.63	60.40	6.63	32.94
S.D.	0.70	0.69	2.27	5.29	0.90	4.89	0.64	1.19	0.29	1.23
MIN	11.70	11.10	13.60	2.28	2.90	2.90	1.70	0.00	4.10	1.65
MA	13.60	13.20	19.40	15.94	5.20	15.18	3.50	3.10	4.80	4.80
X										
2	1.40	1.38	4.54	10.58	1.80	9.78	1.28	2.37	0.59	2.47
S.D.										

Tabla 25. Muestras seleccionadas por los diferentes análisis obtenidos por NIR Y química humedad (Piña. E 2018)

Se realiza el análisis de resultados obtenidos durante la parte experimental de este proyecto de investigación, la comparación de los métodos para definir si existe diferencia significativa entre el método NIR y el método de referencia por química humedad, para los diferentes nutrientes del alimento y verificar cuál de los dos tiene mayor precisión y exactitud, continuación se muestra el análisis de varianza de cada nutriente.

10.7 Análisis de varianza (Humedad)

Como se observa en la tabla 26. El valor de P es mayor que el nivel de significancia, no se puede concluir que existe una correlación estadísticamente significativa entre la viable de respuesta y el término.

Análisis de Varianza					
Fuente	GL	SC	MC	F	P
Regresión	1	1.41300	1.41300	5.86	0.073
Error	4	0.96429	0.24107		
Total	5	2.37728			

Tabla 26. Análisis de varianza

10.8 Ecuación de regresión

El valor R^2 es el porcentaje de variación en la respuesta que es explicada por el modelo, mientras mayor sea el valor de R^2 , mejor se ajustará el modelo a los datos, el R^2 siempre está entre 0% y 100%. Tal y como se observa en la figura 4.1.2. El coeficiente del predictor (análisis interno) es de 0.0.7587 el cual nos indica que hay una correlación del 59.4 %, en lo que respecta al valor de R-cuad. (Ajustado) es una medida que incorpora el número de predictor ya que en el resultado fue de 49.3 % en la variación de los datos lo cual indica una correlación muy débil.

$$\text{EXT.HUEMDAD} = 2.485 + 0.7587 \text{ OB.HUMEDAD}$$

$$S = 0.490991 \quad R\text{-cuad.} = 59.4\% \quad R\text{-cuad. (Ajustado)} = 49.3\%$$

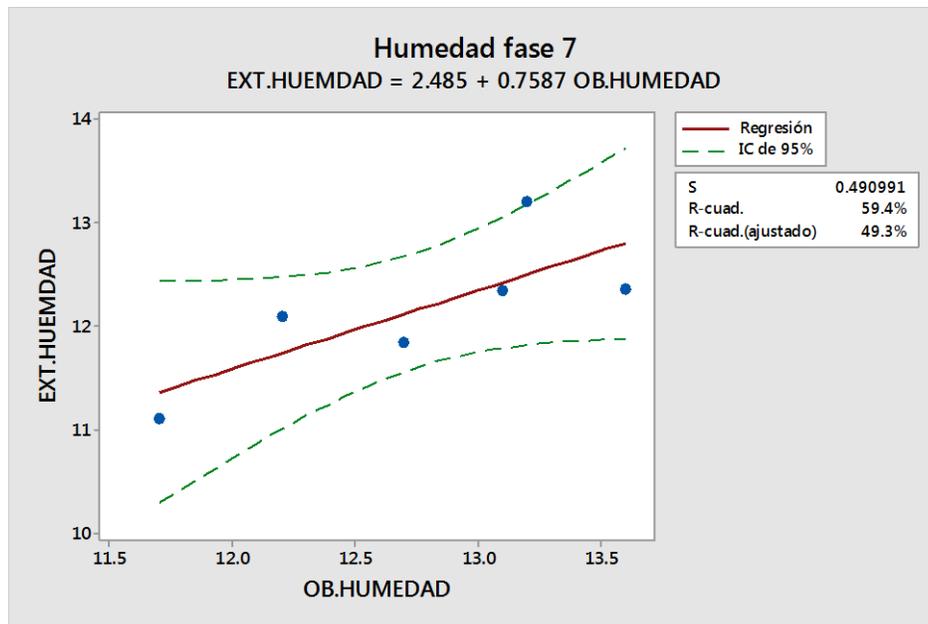


Figura 4.1.2 Análisis de regresión de línea ajustada

10.9 Estadísticos descriptivos H. Obtenido y H. Externo

En la siguiente figura 4.1.3 Se observa el comportamiento de los diferentes análisis y los parámetros que se utilizaron para la construcción del conjunto de muestras de fase 7 (humedad), los valores de cada uno de los parámetros tanto por química húmeda como por NIR, en el análisis obtenido muestra una distribución sesgada ala izquierda lo cual indica un sesgo negativo, con una desviación de 0.70 y sesgo de -0.50 con lo que respecta al análisis externo muestra una distribución sesgada ala derecha el cual nos quiere decir un sesgo positivo, con una desviación de 0.68 con un sesgo de -0.66.

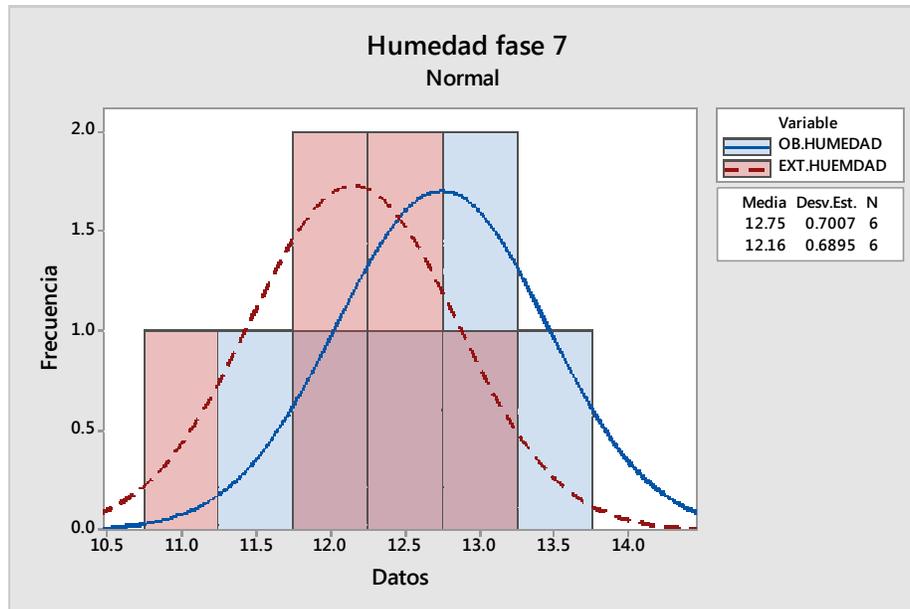


Figura 4.1.3. Parámetros del conjunto de muestras.

11. Análisis de varianza (Proteína)

Como se observa en la tabla 27. El valor de P es mayor que el nivel de significancia, no se puede concluir que existe una correlación estadísticamente significativa entre la viable de respuesta y el término.

Análisis de Varianza					
Fuente	GL	SC	MC	F	P
Regresión	1	0.42921	0.42921	0.21	0.667
Error	4	7.98899	1.99725		
Total	5	8.41820			

Tabla 27. Análisis de varianza

11.1 Ecuación de regresión

El valor R^2 es el porcentaje de variación en la respuesta que es explicada por el modelo, mientras mayor sea el valor de R^2 , mejor se ajustará el modelo a los datos, el R^2 siempre está entre 0% y 100%. Tal y como se observa en la figura 4.1.4 El coeficiente del predictor (análisis interno) es de 0.1289 el cual nos indica que hay una correlación del 5.1%, en lo que respecta al valor de R-cuad. (Ajustado) es una medida que incorpora el número de predictor ya que en el resultado fue de 0.0% en la variación de los datos lo cual indica una correlación muy débil.

$$\text{EXT.PROTEINA} = 12.99 + 0.1289 \text{ OB.PROTEINA}$$

$$S = 1.41324 \quad R\text{-cuad.} = 5.1\% \quad R\text{-cuad. (Ajustado)} = 0.0\%$$

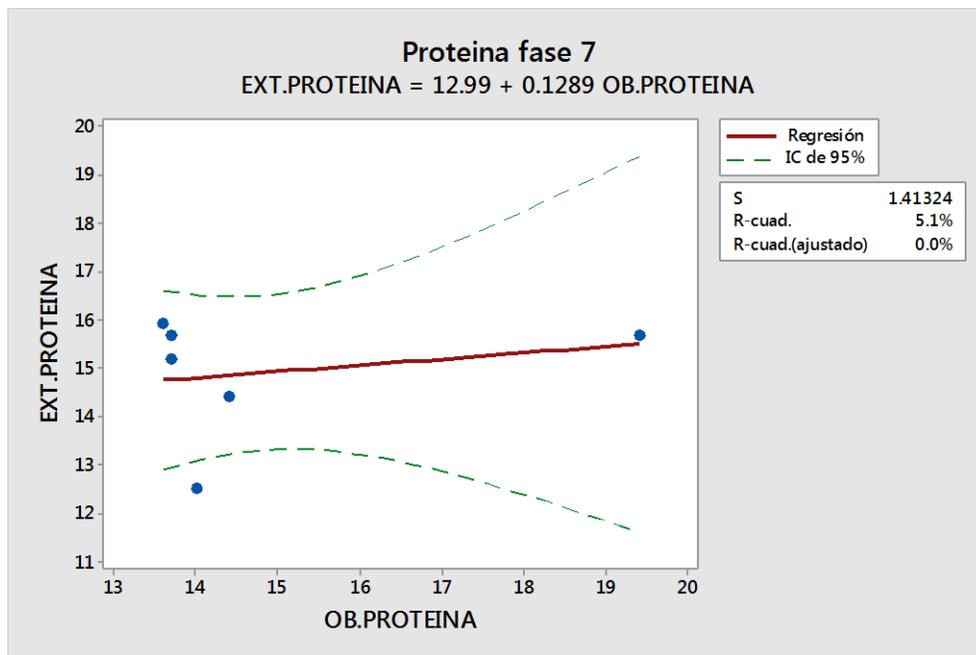


Figura 4.1.4 Análisis de regresión de línea ajustada

11.2 Estadísticos descriptivos de P. Obtenido y P. Externo

En la siguiente figura 4.1.5 Se observa el comportamiento de los diferentes análisis y los parámetros que se utilizaron para la construcción del conjunto de muestras de fase 7 (proteína), los valores de cada uno de los parámetros tanto por química húmeda como por NIR, en el análisis obtenido se muestra una distribución normal con una desviación de 2.27 con un sesgo de 2.36, con respecto al análisis externo muestra una distribución normal con una desviación de 1.29 y un sesgo de -1.67.

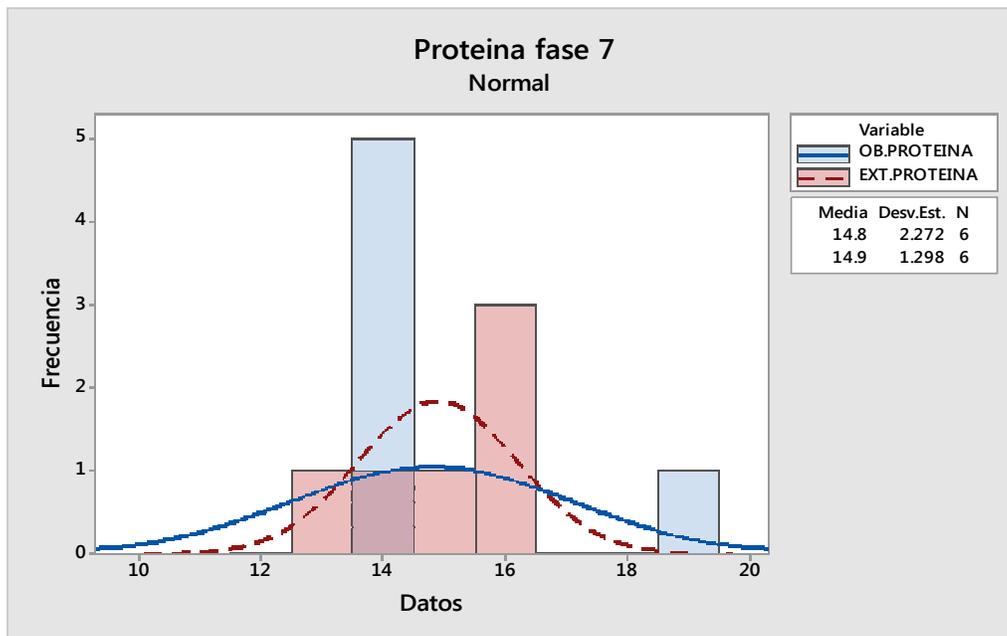


Figura 4.1.5 Parámetros del conjunto de muestras

11.3 Análisis de varianza (Grasa)

Como se observa en la tabla 28. El valor de P es mayor que el nivel de significancia, no se puede concluir que existe una correlación estadísticamente significativa entre la viable de respuesta y el término.

Análisis de Varianza					
Fuente	GL	SC	MC	F	P
Regresión	1	0.01492	0.014921	0.05	0.842
Error	4	1.31576	0.328941		
Total	5	1.33068			

Tabla 28. Análisis de varianza

11.4 Ecuación de regresión

El valor R^2 es el porcentaje de variación en la respuesta que es explicada por el modelo, mientras mayor sea el valor de R^2 , mejor se ajustará el modelo a los datos, el R^2 siempre está entre 0% y 100%. Tal y como se observa en la figura 4.1.6 El coeficiente del predictor (análisis interno) es de 0.0609 el cual nos indica que hay una correlación del 1.1 %, en lo que respecta al valor de R-cuad. (Ajustado) es una medida que incorpora el número de predictor ya que en el resultado fue de 0.0 % en la variación de los datos lo cual indica una correlación muy débil.

$$\text{EXT.GRASA} = 2.860 + 0.0609 \text{ OB.GRASA}$$

$$S = 0.573533 \quad R\text{-cuad.} = 1.1\% \quad R\text{-cuad. (Ajustado)} = 0.0\%$$

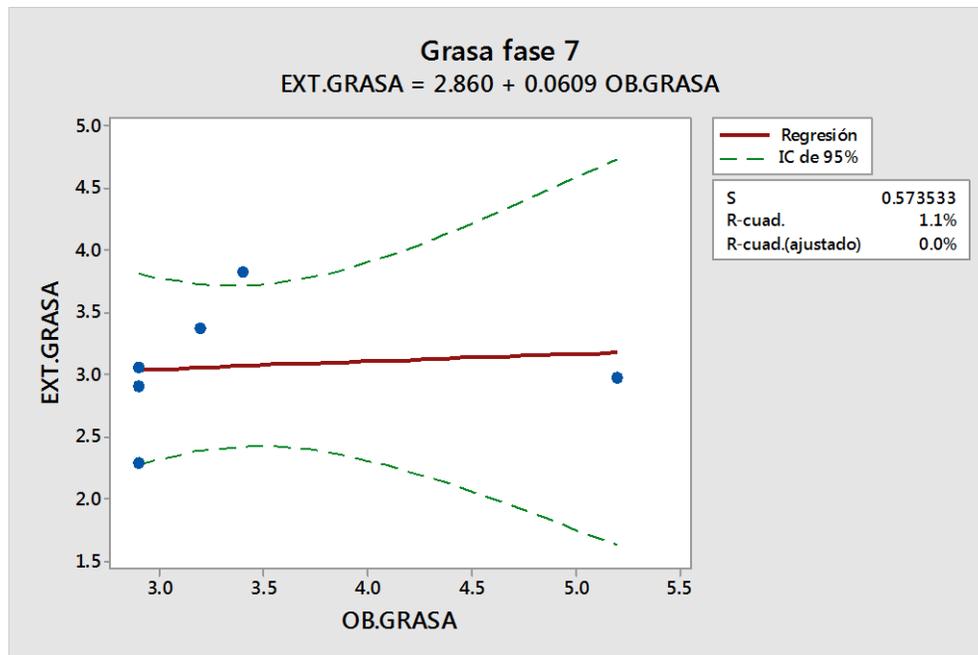


Figura 4.1.6 Análisis de regresión de línea ajustada

11.5 Estadísticos descriptivos G. Obtenidos y G. Externos

En la siguiente figura 4.1.7 se observa el comportamiento de los diferentes análisis y los parámetros que se utilizaron para la construcción del conjunto de muestras de fase 7 (grasa), los valores de cada uno de los parámetros tanto por química húmeda como por NIR. En el análisis obtenido se muestra una distribución normal, con una desviación de 0.89 y un sesgo de 2.18, con respecto al análisis externo muestra una distribución sesgada ala derecha el cual nos indica sesgo positivo con una desviación de 0.51 con un sesgo de - 0.06.

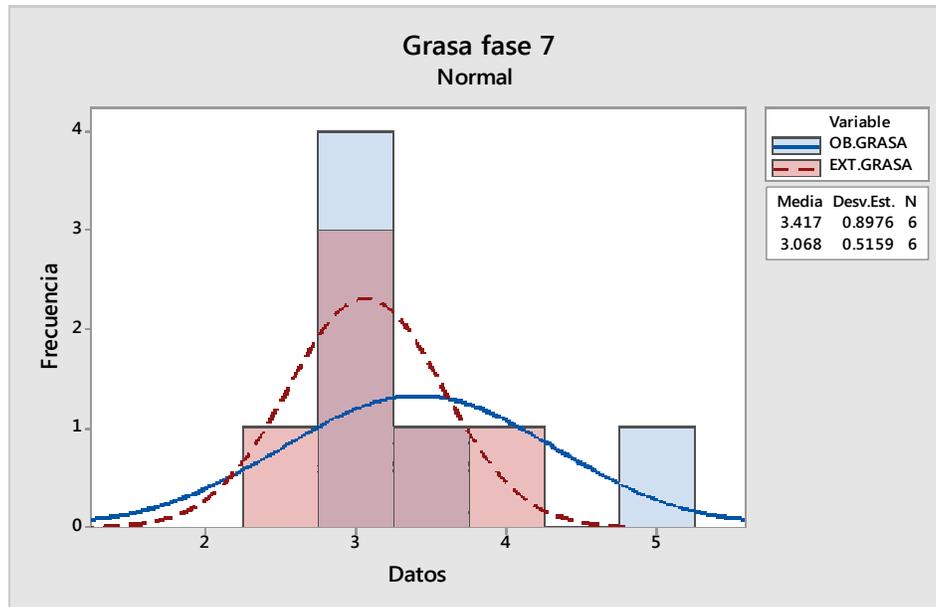


Figura 4.1.7 Parámetros del conjunto de muestras

11.6 Análisis de varianza (Fibra)

Como se observa en la tabla 29. El valor de P es mayor que el nivel de significancia, no se puede concluir que existe una correlación estadísticamente significativa entre la viable de respuesta y el término.

Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC	MC	F	P
Regresión	1	0.04276	0.04276	0.02	0.883
Error	4	6.98937	1.74734		
Total	5	7.03213			

Tabla 29. Análisis de varianza.

11.7 Ecuación de regresión

El valor R^2 es el porcentaje de variación en la respuesta que es explicada por el modelo, mientras mayor sea el valor de R^2 , mejor se ajustará el modelo a los datos, el R^2 siempre está entre 0% y 100%. Tal y como se observa en la figura 4.1.8 El coeficiente del predictor (análisis interno) es de 0.1450 el cual nos indica que hay una correlación del 0.6 %, en lo que respecta al valor de R-cuad. (Ajustado) es una medida que incorpora el número de predictor ya que en el resultado fue de 0.0 % en la variación de los datos lo cual indica una correlación muy débil.

$$\text{EXT.FIBRA} = 1.536 + 0.1450 \text{ OB.FIBRA}$$

$$S = 1.32187 \quad R\text{-cuad.} = 0.6\% \quad R\text{-cuad. (Ajustado)} = 0.0\%$$

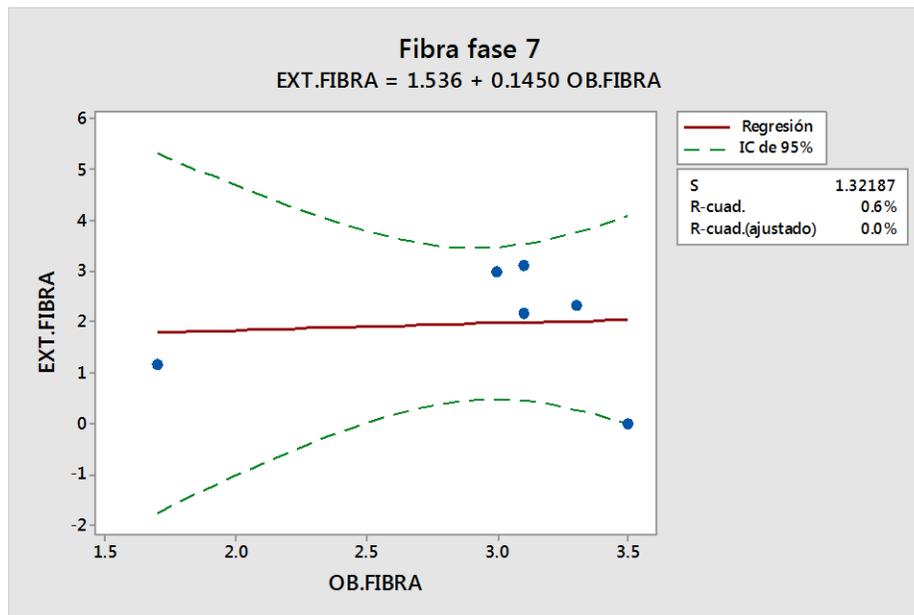


Figura 4.1.8 Análisis de regresión de línea ajustada

11.8 Estadísticos descriptivos F. Obtenidos y F. Externos

En la siguiente figura 4.1.9 Se observa el comportamiento de los diferentes análisis y los parámetros que se utilizaron para la construcción del conjunto de muestras de fase 7 (fibra), los valores de cada uno de los parámetros tanto por química húmeda como por NIR, en el análisis obtenido se muestra una distribución sesgada ala derecha el cual nos indica un sesgo negativo, con una desviación de 0.63, con un sesgo de -2.01, respecto al análisis externo muestra una distribución normal con una desviación de 1.18 y un sesgo de -0.98.

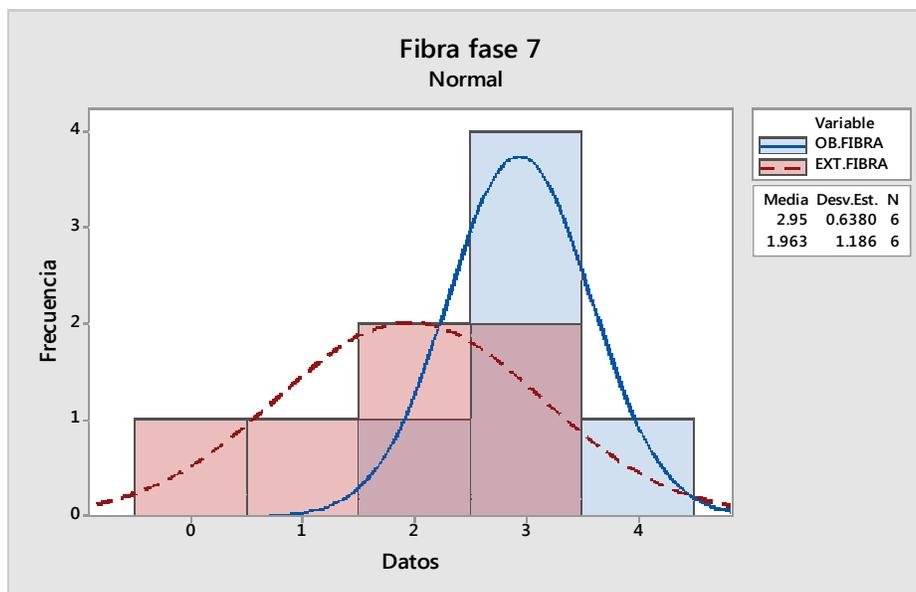


Figura 4.1.9 Parámetros del conjunto de muestra

11.9 Análisis de varianza (Ceniza)

Se observa que el valor de P es mayor que el nivel de significancia, no se puede concluir que existe una correlación estadísticamente significativa entre la viable de respuesta y el término. Tal como se muestra en la tabla 30.

Análisis de Varianza					
Fuente	GL	SC	MC	F	P
Regresión	1	0.546288	0.546288	5.00	0.111
Error	3	0.327832	0.109277		
Total	4	0.874120			

Tabla 30. Análisis de varianza

12. Ecuación de regresión

El valor R^2 es el porcentaje de variación en la respuesta que es explicada por el modelo, mientras mayor sea el valor de R^2 , mejor se ajustará el modelo a los datos, el R^2 siempre está entre 0% y 100%. Tal y como se observa en la figura 5.1.1 El coeficiente del predictor (análisis interno) es de 0.5067 el cual nos indica que hay una correlación del 53.3 %, en lo que respecta al valor de R-cuad. (Ajustado) es una medida que incorpora el número de predictor ya que en el resultado fue de 41.6 % en la variación de los datos lo cual indica una correlación muy débil y con un valores atípico muy notorios.

$$F. \text{EXTERNO} = 1.180 + 0.5067 F. \text{OBTENIDO}$$

$$S = 0.182841 \quad R\text{-cuad.} = 53.3\% \quad R\text{-cuad. (Ajustado)} = 41.6\%$$

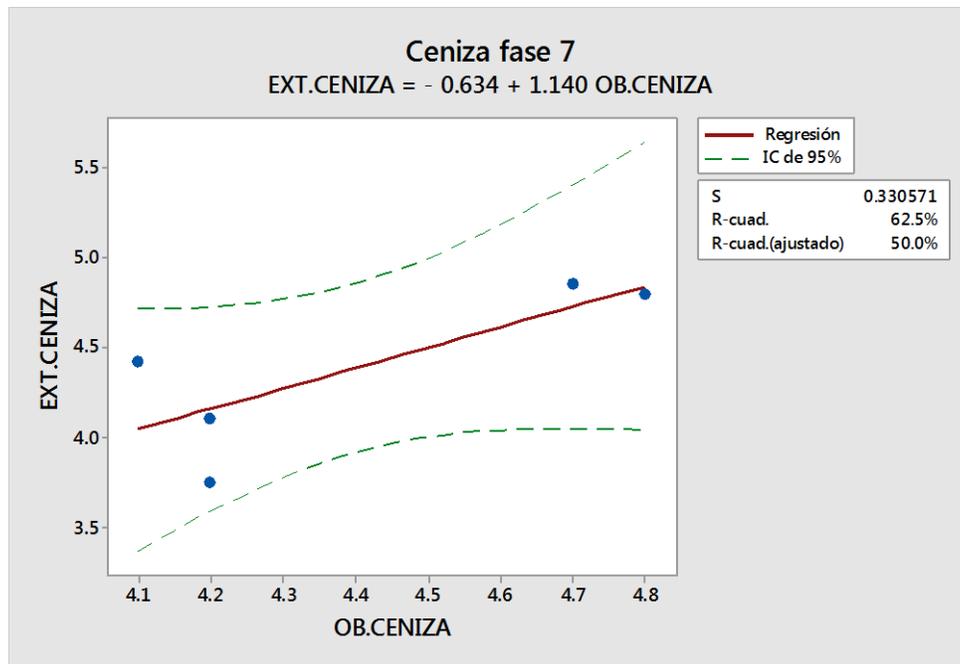


Figura 5.1.1 Análisis de regresión de línea ajustada.

12.1 Estadísticos descriptivos C. Obtenido y C. Externo

En la siguiente figura 5.1.2 Se observa el comportamiento de los diferentes análisis y los parámetros que se utilizaron para la construcción del conjunto de muestras de fase 7 (ceniza), los valores de cada uno de los parámetros tanto por química húmeda como por NIR. En el análisis obtenido se muestra una distribución normal con una desviación de 0.29 con un sesgo de 0.33 con respecto al análisis externo muestra una distribución normal con una desviación de 0.46 con un sesgo de -0.43.

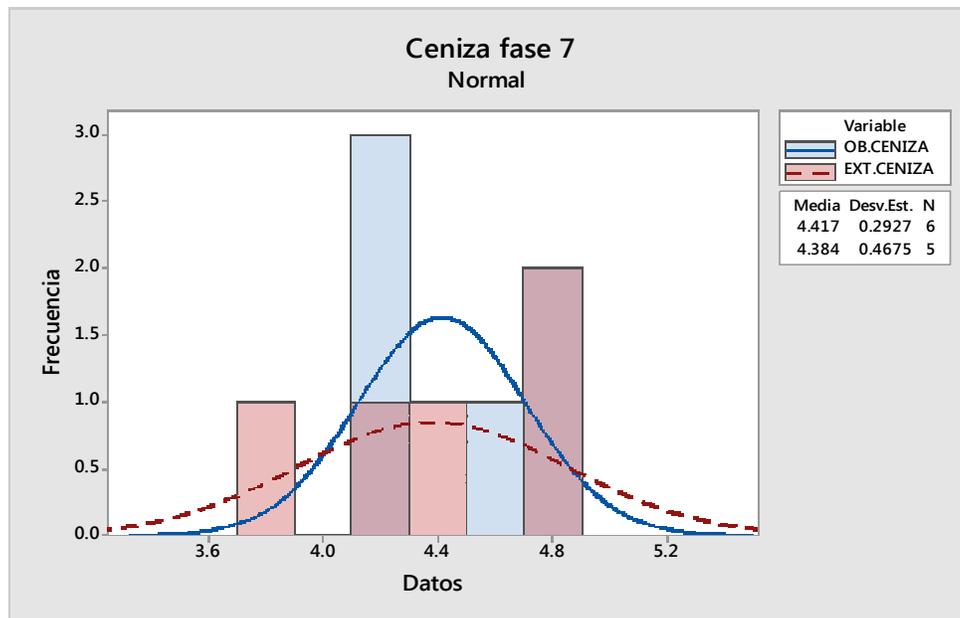


Figura 5.1.2 Parámetros del conjunto de muestras

12.2 Resultaos de alimento de cerdo Adapta 1

A continuación se muestra la Tabla 31. Muestra la correlación de los datos cerdo adaptación 1, se exponen todos los resultados de cerdo obtenidos por la vía experimental y por química húmeda.

	%H.OBTENI	%H.EXTER	%P.OBTENI	%P.EXTER	%G.OBTENI	%G.EXTER	%F.OBTENI	%F.EXTER	%C.OBTENI	%C.EXTER
	DO	NO								
	12.2	12.49	14.2	15.87	4.5	4.64	4.8	3.62	4.4	4.17
	13.1	13.11	13.1	13.33	4	4.06	4.5	3.57	4.1	4.26
	12.5	13.22	15.1	14.5	3.1	3.3	3.8	3.7	4.7	4.47
	11.9	12.73	15.9	14.69	3.2	3.68	3.5	3.16	5.1	4.21
	13.2	13.2	13.5	13.5	2.7	2.7	3.8	3.8	4.6	4.6
	13.2	12.62	14.6	14.73	2.6	3.07	3.8	3.8	4.8	4.52
PROM	12.68	12.90	14.40	14.44	3.35	3.58	4.03	3.61	4.62	4.37
C.V.	4.44	2.48	7.16	6.43	22.40	19.69	12.41	6.61	7.43	4.13
S.D.	0.56	0.32	1.03	0.93	0.75	0.70	0.50	0.24	0.34	0.18
MIN	11.90	12.49	13.10	13.33	2.60	2.70	3.50	3.16	4.10	4.17
MAX	13.20	13.22	15.90	15.87	4.50	4.64	4.80	3.80	5.10	4.60
2 S.D.	1.13	0.64	2.06	1.86	1.50	1.41	1.00	0.48	0.69	0.36

Tabla 31. Muestras seleccionadas por los diferentes análisis obtenidos por NIR Y química humedad (Piña. E 2018)

Se realiza el análisis de resultados obtenidos durante la parte experimental de este proyecto de investigación, la comparación de los métodos para definir si existe diferencia significativa entre el método NIR y el método de referencia por química humedad, para los diferentes nutrientes del alimento y verificar cuál de los dos tiene mayor precisión y exactitud, a continuación se muestra el análisis de varianza de cada nutriente.

12.3 Análisis de varianza (Humedad)

Como se observa en la tabla 32. El valor de P es mayor que el nivel de significancia, no se puede concluir que existe una correlación estadísticamente significativa entre la variable de respuesta y el término.

Análisis de Varianza					
Fuente	GL	SC	MC	F	P
Regresión	1	0.086424	0.086424	0.81	0.418
Error	4	0.425326	0.106331		
Total	5	0.511750			

Tabla 32. Análisis de varianza

12.4 Ecuación de regresión

El valor R^2 es el porcentaje de variación en la respuesta que es explicada por el modelo, mientras mayor sea el valor de R^2 , mejor se ajustará el modelo a los datos, el R^2 siempre está entre 0% y 100%. Tal y como se observa en la figura 5.1.3 El coeficiente del predictor (análisis interno) es de 0.2333 el cual nos indica que hay una correlación del 16.9 %, en lo que respecta al valor de R-cuad. (Ajustado) es una medida que incorpora el número de predictor ya que en el resultado fue de 0.0 % en la variación de los datos lo cual indica una correlación muy débil.

$$H.EXTERNO = 9.936 + 0.2333 H.OBTENIDO$$

$$S = 0.326085 \quad R\text{-cuad.} = 16.9\% \quad R\text{-cuad. (Ajustado)} = 0.0\%$$

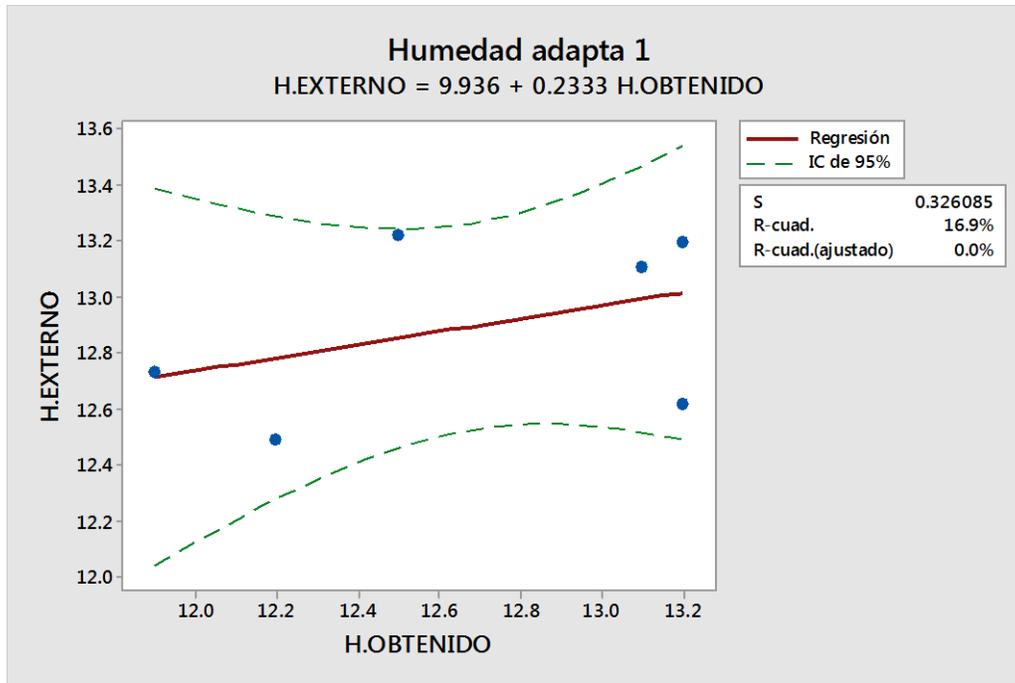


Figura 5.1.3 Análisis de regresión de línea ajustada

12.5 Estadísticos descriptivos H. Obtenidos y H. Externos

En la siguiente figura 5.1.4 se observa el comportamiento de los diferentes análisis y los parámetros que se utilizaron para la construcción del conjunto de muestras de adapta 1 (humedad), los valores de cada uno de los parámetros tanto por química húmeda como por NIR, en el análisis obtenido se muestra una distribución normal con una desviación de 0.56 y un sesgo de -0.42 con respecto al análisis externo muestra una distribución sesgada a la izquierda el cual nos indica en sesgo negativo con desviación de 0.31 y un sesgo de -0.17.

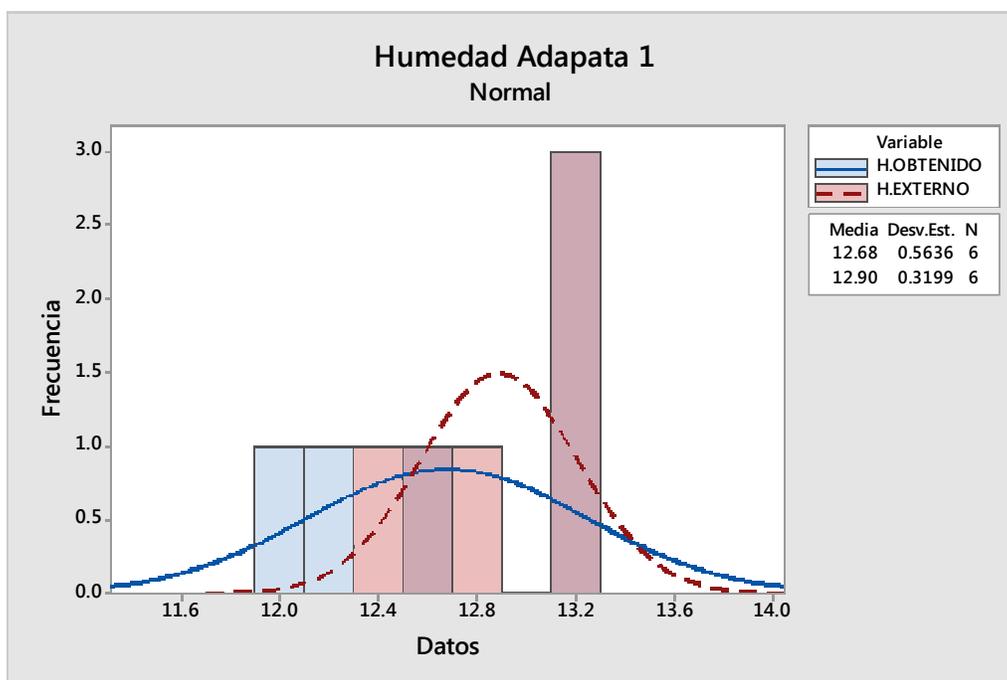


Figura 5.1.4 Parámetros del conjunto de muestras

12.6 Análisis de varianza (Proteína)

Como se observa en la tabla 33. El valor de P es mayor que el nivel de significancia, no se puede concluir que existe una correlación estadísticamente significativa entre la viable de respuesta y el término.

Análisis de Varianza					
Fuente	GL	SC	MC	F	P
Regresión	1	1.15423	1.15423	1.46	0.293
Error	4	3.15651	0.78913		
Total	5	4.31073			

Tabla 33. Análisis de varianza

12.7 Ecuación de regresión

El valor R^2 es el porcentaje de variación en la respuesta que es explicada por el modelo, mientras mayor sea el valor de R^2 , mejor se ajustará el modelo a los datos, el R^2 siempre está entre 0% y 100%. Tal y como se observa en la figura 5.1.5. El coeficiente del predictor (análisis interno) es de 0.4658 el cual nos indica que hay una correlación del 26.8 %, en lo que respecta al valor de R-cuad. (Ajustado) es una medida que incorpora el número de predictor ya que en el resultado fue de 8.5 % en la variación de los datos lo cual indica una correlación muy débil.

$$P.EXTERNO = 7.729 + 0.4658 P.OBTENIDO$$

$$S = 0.888328 \quad R\text{-cuad.} = 26.8\% \quad R\text{-cuad. (Ajustado)} = 8.5\%$$

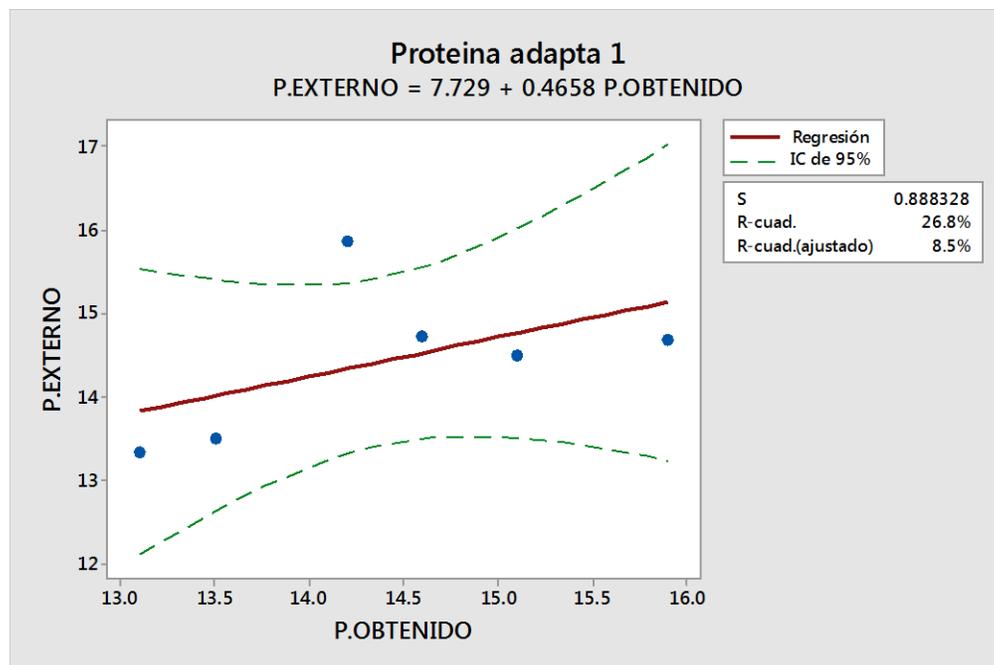


Figura 5.1.5 Análisis de regresión de línea ajustada

12.8 Estadísticos descriptivos P. Obtenido y P. Externo

En la siguiente figura 5.1.6.se observa el comportamiento de los diferentes análisis y los parámetros que se utilizaron para la construcción del conjunto de muestras de adapta 1 (proteína), los valores de cada uno de los parámetros tanto por química húmeda como por NIR, en el análisis obtenido se muestra una distribución normal con una desviación de 1.03, con un sesgo de 0.22, respecto al análisis externo muestra una distribución normal con una desviación de 0.92 y un sesgo de 0.30.

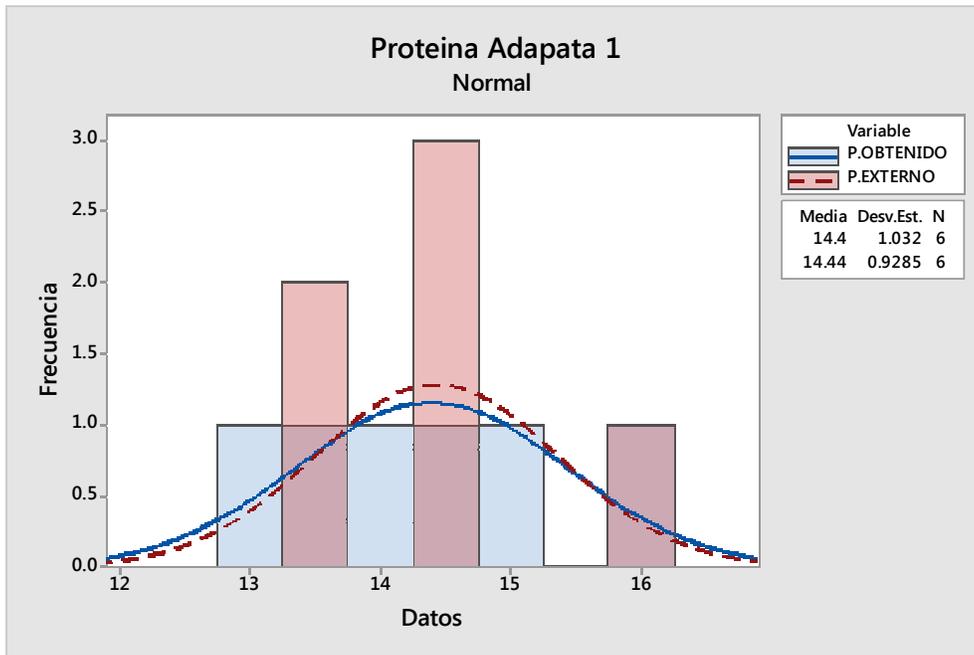


Figura 5.1.6 Parámetros del conjunto de muestras

12.9 Análisis de varianza (Grasa)

Se determinó que la asociación entre la respuesta del termino análisis de grasa interno y externo, incluido en el modelo es estadísticamente significativo, ya que al comparar el valor de P del termino con el nivel de significancia ($\alpha = 0.05$) para evaluar la hipótesis nula, ya que el coeficiente del termino es igual a 0.002 lo que indica que no hay asociación entre el termino y la respuesta. Tal como se muestra en la tabla 34.

Análisis de Varianza					
Fuente	GL	SC	MC	F	P
Regresión	1	2.29277	2.29277	49.85	0.002
Error	4	0.18398	0.04600		
Total	5	2.47675			

Tabla 34. Análisis de varianza

13. Ecuación de regresión

El valor R^2 es el porcentaje de variación en la respuesta que es explicada por el modelo, mientras mayor sea el valor de R^2 , mejor se ajustará el modelo a los datos, el R^2 siempre está entre 0% y 100%. Tal y como se observa en la figura 5.1.7 .El coeficiente del predictor (análisis interno) es de 0.9025 el cual nos indica que hay una correlación del 92.6 %, en lo que respecta al valor de R-cuad. (Ajustado) es una medida que incorpora el número de predictor ya que en el resultado fue de 90.7 % en la variación de los datos lo cual indica una correlación positiva.

$$G.EXTERNO = 0.5517 + 0.9025 G.OBTENIDO$$

$$S = 0.214466 \quad R\text{-cuad.} = 92.6\% \quad R\text{-cuad. (Ajustado)} = 90.7\%$$

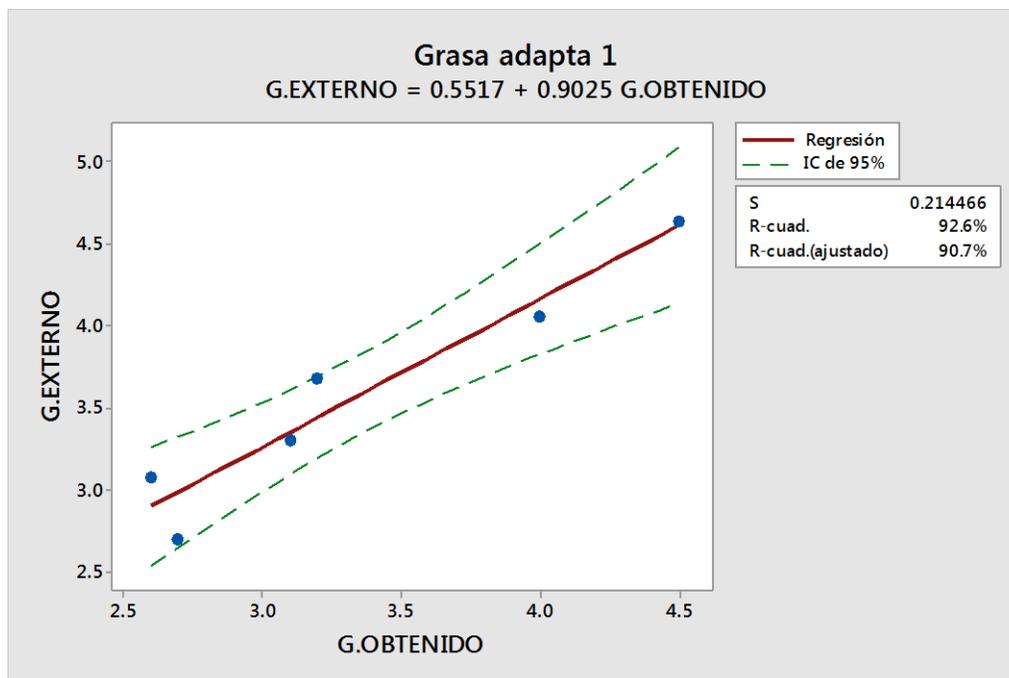


Figura 5.1.7 Análisis de regresión de línea ajustada

13.1 Estadísticos descriptivos G. Obtenido y G. Externos

En la siguiente figura 5.1.8 Se observa el comportamiento de los diferentes análisis y los parámetros que se utilizaron para la construcción del conjunto de muestras de adapta 1 (grasa), los valores de cada uno de los parámetros tanto por química húmeda como por NIR. En el análisis obtenido se muestra una distribución normal con una desviación de 0.75 con un sesgo de 0.77 con respecto al análisis externo muestra una distribución con un sesgo hacia la izquierda, el cual nos indica un sesgo negativo, con una desviación de 0.70 y un sesgo de 0.43.

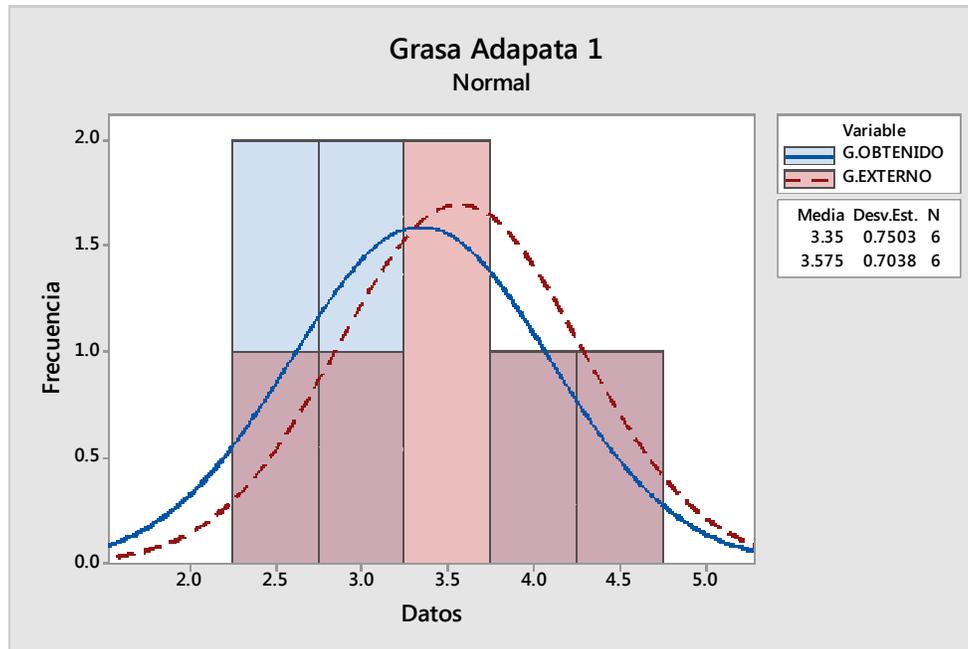


Figura 5.1.8 Parámetros del conjunto de muestras

13.2 Análisis de varianza (Fibra)

Como se observa en la tabla 35. El valor de P es mayor que el nivel de significancia, no se puede concluir que existe una correlación estadísticamente significativa entre la viable de respuesta y el término.

Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC	MC	F	P
Regresión	1	0.011362	0.0113621	0.17	0.704
Error	4	0.273121	0.0682803		
Total	5	0.284483			

Tabla 35. Análisis de varianza

13.3 Ecuación de regresión

El valor R^2 es el porcentaje de variación en la respuesta que es explicada por el modelo, mientras mayor sea el valor de R^2 , mejor se ajustará el modelo a los datos, el R^2 siempre está entre 0% y 100%. Tal y como se observa en la figura 5.1.9 El coeficiente del predictor (análisis interno) es de 0.0952 el cual nos indica que hay una correlación del 4.0 %, en lo que respecta al valor de R-cuad. (Ajustado) es una medida que incorpora el número de predictor ya que en el resultado fue de 0.0 % en la variación de los datos lo cual indica una correlación muy débil.

$$F.EXTERNO = 3.224 + 0.0952 F.OBTENIDO$$

$$S = 0.261305 \quad R\text{-cuad.} = 4.0\% \quad R\text{-cuad. (Ajustado)} = 0.0\%$$

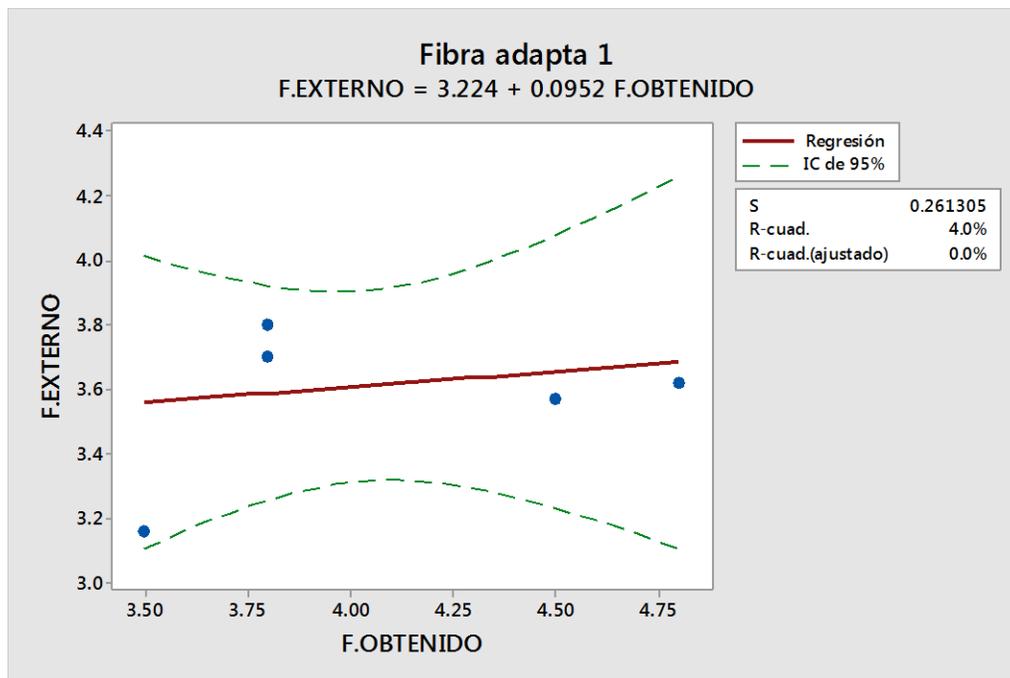


Figura 5.1.9 Análisis de regresión de línea ajustada

13.4 Estadísticos descriptivos F. Obtenido y F. Externos.

En la siguiente figura 6.1.1. Se observa el comportamiento de los diferentes análisis y los parámetros que se utilizaron para la construcción del conjunto de muestras de adapta 1 (fibra), los valores de cada uno de los parámetros tanto por química húmeda como por NIR. En el análisis obtenido se muestra una distribución normal, con una desviación de 0.50 y un sesgo de 0.87, con respecto al análisis externo muestra una distribución sesgada a la derecha, el cual nos indica un sesgo positivo, con una desviación de 0.23 y un sesgo de -1.66.

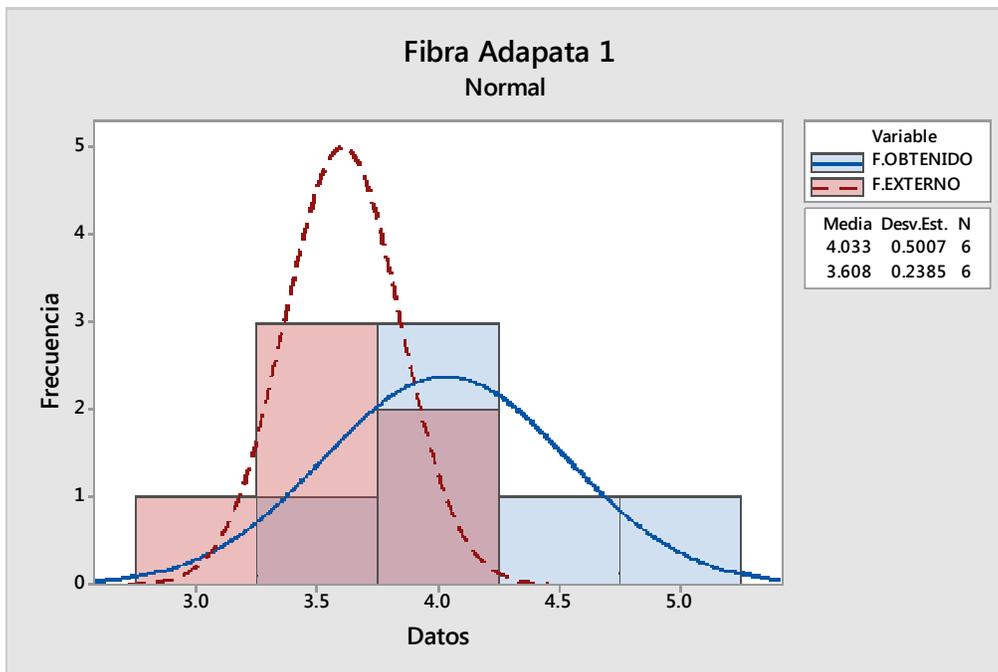


Figura 6.1.1 Parámetros del conjunto de muestras

13.5 Análisis de varianza (Ceniza)

Se observa que el valor de P es mayor que el nivel de significancia, no se puede concluir que existe una correlación estadísticamente significativa entre la viable de respuesta y el término. Tal como se muestra en la tabla 36.

Análisis de Varianza					
Fuente	GL	SC	MC	F	P
Regresión	1	0.005111	0.0051105	0.13	0.737
Error	4	0.157973	0.0394932		
Total	5	0.163083			

Tabla 36. Análisis de varianza

13.6 Ecuación de regresión

El valor R^2 es el porcentaje de variación en la respuesta que es explicada por el modelo, mientras mayor sea el valor de R^2 , mejor se ajustará el modelo a los datos, el R^2 siempre está entre 0% y 100%. Tal y como se observa en la figura 6.1.2. El coeficiente del predictor (análisis interno) es de 0.0932 el cual nos indica que hay una correlación del 3.1 %, en lo que respecta al valor de R-cuad. (Ajustado) es una medida que incorpora el número de predictor ya que en el resultado fue de 0.0 % en la variación de los datos lo cual indica una correlación muy débil y con un valores atípico muy notorios.

$$C.EXTERNO = 3.941 + 0.0932 C.OBTENIDO$$

$$S = 0.198729 \quad R\text{-cuad.} = 3.1\% \quad R\text{-cuad. (Ajustado)} = 0.0\%$$

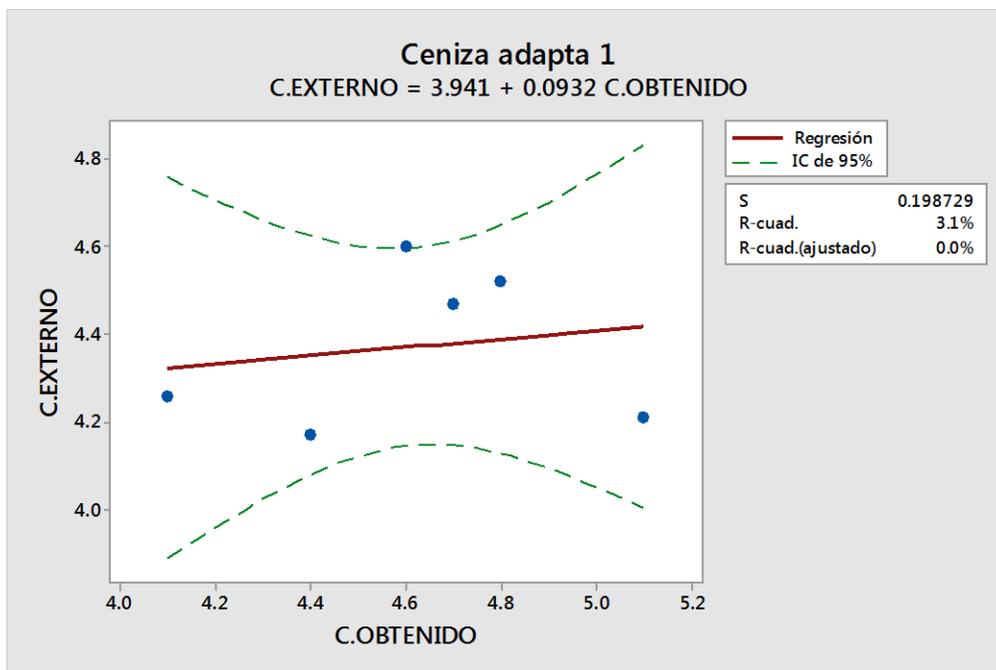


Figura 6.1.2 Análisis de regresión de línea ajustada

13.7 Estadísticos descriptivos C. Obtenidos y C. Externos

En la siguiente figura 6.1.3 Se observa el comportamiento de los diferentes análisis y los parámetros que se utilizaron para la construcción del conjunto de muestras de adapta 1 (ceniza), los valores de cada uno de los parámetros tanto por química húmeda como por NIR. En el análisis obtenido se observa una distribución normal, con una desviación de 0.34 con un sesgo de -0.21, con respecto al análisis externo muestra una distribución sesgada ala derecha el cual nos indica un sesgo positivo, con una desviación de 0.18 con un sesgo de 0.12.

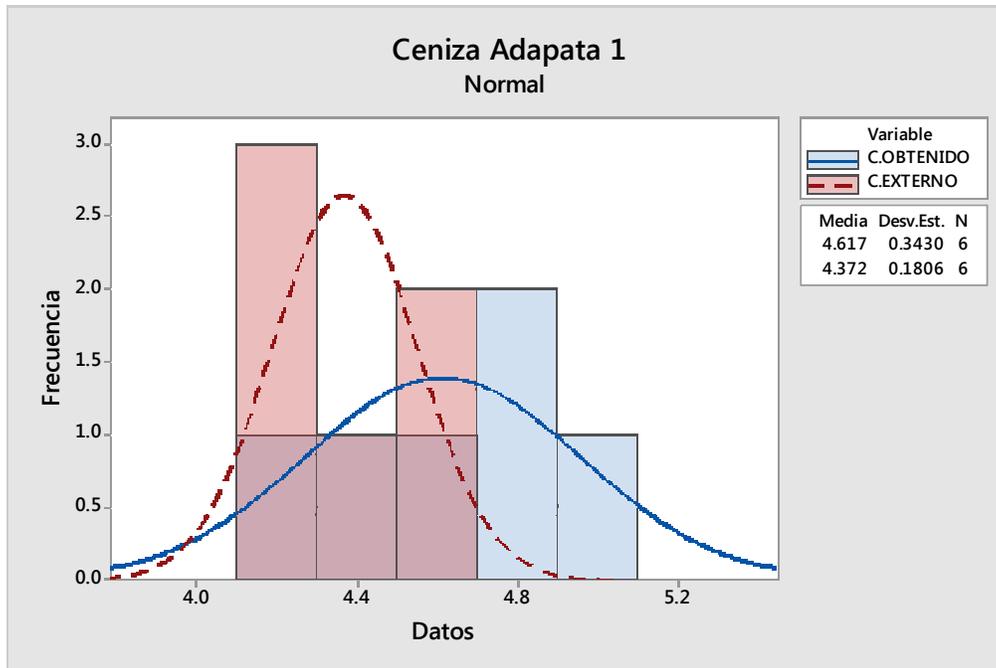


Figura 6.1.3 Paramentos del conjunto de muestras

13.8 Alimento de cerdo Adaptación F2

A continuación se muestra la Tabla 37. Muestra la correlación de los datos de alimento de cerdo fase adaptación 2, se exponen todos los resultados obtenidos por la vía experimental y por química húmeda.

	%H.OBTENI	%H.EXTER	%P.OBTENI	%P.EXTER	%G.OBTENI	%G.EXTER	%F.OBTENI	%F.EXTER	%C.OBTENI	%C.EXTER
	DO	NO								
	14.4	12.1	14.2	14	4.6	4.64	3.8	3.74	5.1	5.78
	12.5	13.16	13.6	13.49	4	4.26	4	3.61	4.5	4.39
	12.2	12.51	14.2	13.31	4.4	4.64	4.5	3.77	4.4	4.34
	13.4	13.4	13.6	13.6	3.7	3.7	3.3	3.3	4.7	4.7
	12.8	12.13	12.7	14.24	3.8	4.48	4.3	4.3	4.5	4.64
PROME	13.06	12.66	13.66	13.73	4.10	4.34	3.98	3.74	4.64	4.77
DIO										
C.V.	6.67	4.70	4.50	2.78	9.45	9.03	11.70	9.68	6.02	12.27
S.D.	0.87	0.59	0.61	0.38	0.39	0.39	0.47	0.36	0.28	0.59
MIN	12.20	12.10	12.70	13.31	3.70	3.70	3.30	3.30	4.40	4.34
MAX	14.40	13.40	14.20	14.24	4.60	4.64	4.50	4.30	5.10	5.78
2 S.D.	1.74	1.19	1.23	0.76	0.77	0.78	0.93	0.72	0.56	1.17

Tabla 37. Muestras seleccionadas por los diferentes análisis obtenidos por NIR Y química humedad. (Piña. E 2018)

Se realiza el análisis de resultados obtenidos durante la parte experimental de este proyecto de investigación, la comparación de los métodos para definir si existe diferencia significativa entre el método NIR y el método de referencia por química humedad, para los diferentes nutrientes del alimento y verificar cuál de los dos tiene mayor precisión y exactitud, continuación se muestra el análisis de varianza de cada nutriente.

13.9 Análisis de varianza (Humedad)

Como se observa en la tabla 38. El valor de P es mayor que el nivel de significancia, no se puede concluir que existe una correlación estadísticamente significativa entre la viable de respuesta y el término.

Análisis de Varianza					
Fuente	GL	SC	MC	F	P
Regresión	1	0.08646	0.086459	0.20	0.688
Error	3	1.32814	0.442714		
Total	4	1.41460			

Tabla 38. Análisis de varianza

14. Ecuación de regresión

El valor R^2 es el porcentaje de variación en la respuesta que es explicada por el modelo, mientras mayor sea el valor de R^2 , mejor se ajustará el modelo a los datos, el R^2 siempre está entre 0% y 100%. Tal y como se observa en la figura 6.1.4 El coeficiente del predictor (análisis interno) es de 0.1689 el cual nos indica que hay una correlación del 6.1 %, en lo que respecta al valor de R-cuad. (Ajustado) es una medida que incorpora el número de predictor ya que en el resultado fue de 0.0 % en la variación de los datos lo cual indica una correlación muy débil y con un valores atípico muy notorios.

$$H.EXTERNO = 14.87 - 0.1689 H.OBTENIDO$$

$$S = 0.665367 \quad R\text{-cuad.} = 6.1\% \quad R\text{-cuad. (Ajustado)} = 0.0\%$$

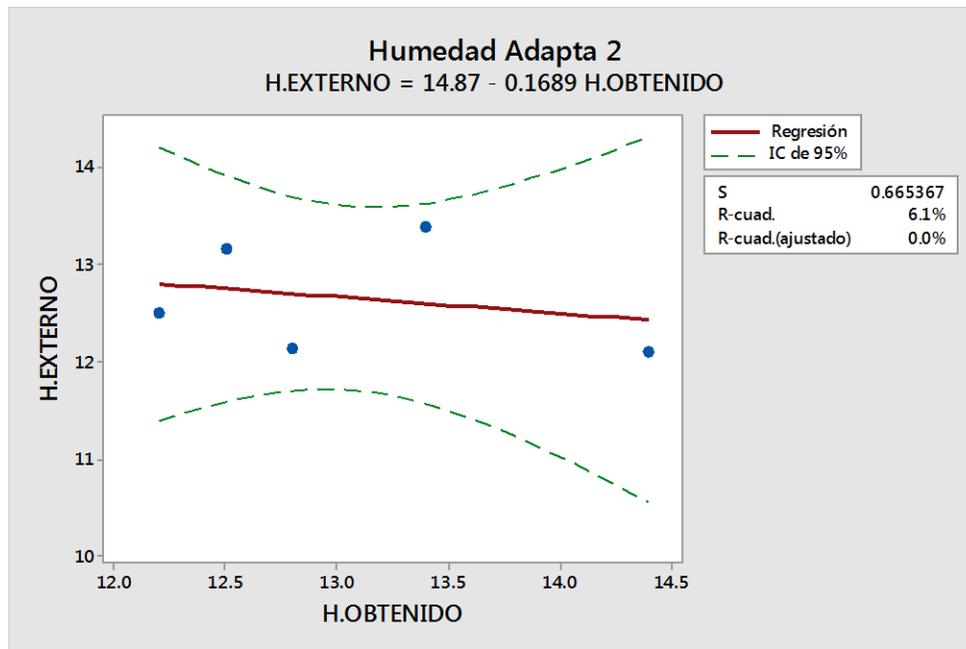


Figura 6.1.4 Análisis de regresión de línea ajustada

14.1 Estadísticos descriptivos H. Obtenidos y H. Externos.

En la siguiente figura 6.1.5 Se observa el comportamiento de los diferentes análisis y los parámetros que se utilizaron para la construcción del conjunto de muestras de adapta 2 (humedad), los valores de cada uno de los parámetros tanto por química húmeda como por NIR. En el análisis obtenido se muestra una distribución normal con una desviación de 0.87 y un sesgo de 1.02, con respecto al análisis externo muestra una distribución sesgada ala derecha, el cual indica un sesgo positivo, con una desviación de 0.59 y con un sesgo de 0.40.

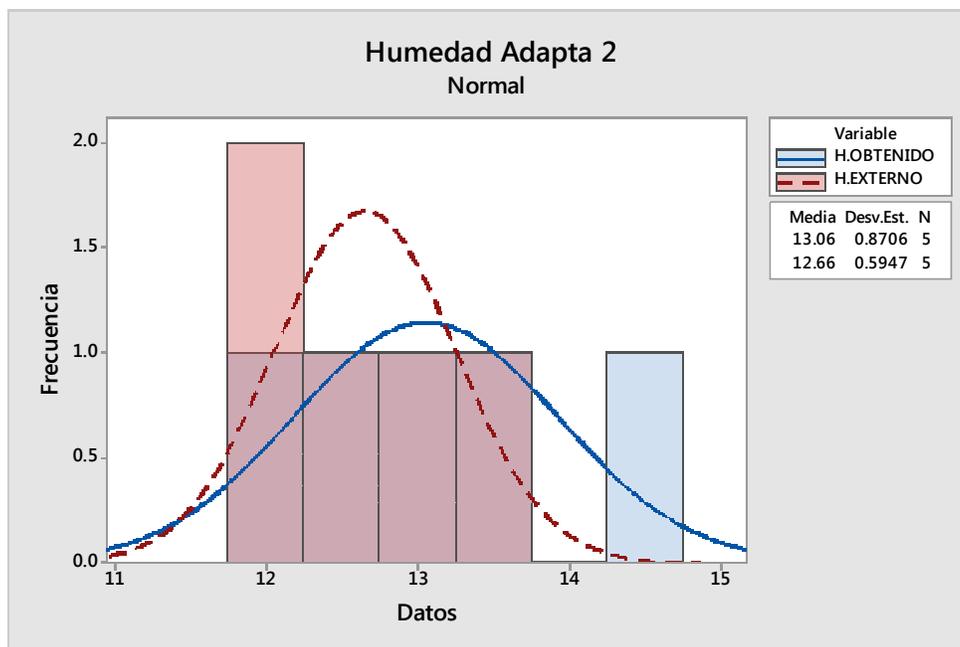


Figura 6.1.5 Parámetros del conjunto de muestras.

14.2 Análisis de varianza (Proteína)

Como se observa en la tabla 39. El valor de P es mayor que el nivel de significancia, no se puede concluir que existe una correlación estadísticamente significativa entre la variable de respuesta y el término.

Análisis de Varianza					
Fuente	GL	SC	MC	F	P
Regresión	1	0.007707	0.007707	0.04	0.854
Error	3	0.576173	0.192058		
Total	4	0.583880			

Tabla 39. Análisis de varianza

14.3 Ecuación de regresión

El valor R^2 es el porcentaje de variación en la respuesta que es explicada por el modelo, mientras mayor sea el valor de R^2 , mejor se ajustará el modelo a los datos, el R^2 siempre está entre 0% y 100%. Tal y como se observa en la figura 6.1.6. El coeficiente del predictor (análisis interno) es de 0.1133 el cual nos indica que hay una correlación del 1.3 %, en lo que respecta al valor de R-cuad. (Ajustado) es una medida que incorpora el número de predictor ya que en el resultado fue de 0.0 % en la variación de los datos lo cual indica una correlación muy débil y con valores atípicos.

$$P.EXTERNO = 14.19 - 0.1133 G.OBTENIDO$$

$$S = 0.438244 \quad R\text{-cuad.} = 1.3\% \quad R\text{-cuad. (Ajustado)} = 0.0\%$$

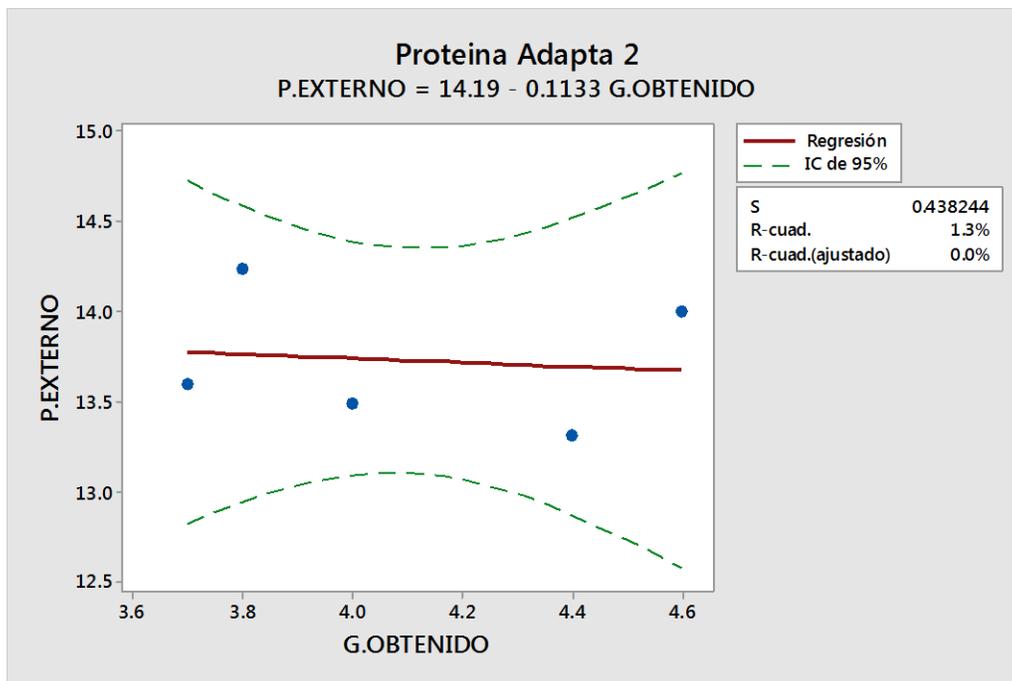


Figura 6.1.6 Análisis de regresión de línea ajustada.

14.4 Estadísticos descriptivos P. Obtenido y P. Externo

En la siguiente figura 6.1.7 Se observa el comportamiento de los diferentes análisis y los parámetros que se utilizaron para la construcción del conjunto de muestras de adapta 2 (proteína), los valores de cada uno de los parámetros tanto por química húmeda como por NIR. En el análisis obtenido se muestra una distribución normal con una desviación de 0.61 con un sesgo de -1.02 con respecto al análisis externo muestra una distribución normal con una desviación de 0.38 y un sesgo de 0.49.

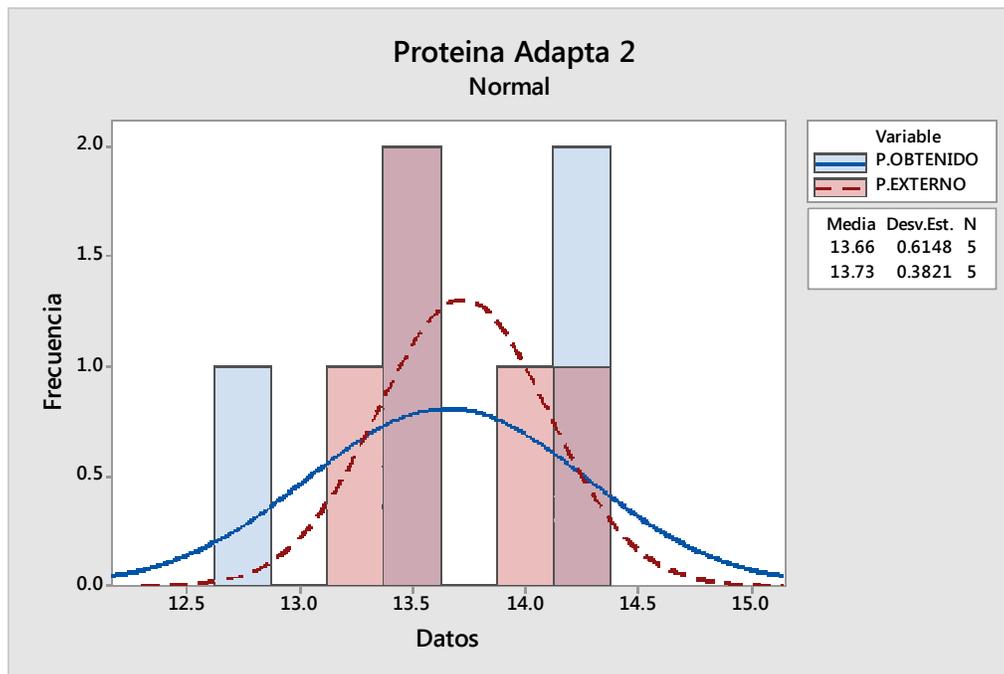


Figura 6.1.7 Parámetros del conjunto de muestras.

14.5 Análisis de varianza (Grasa)

Como se observa en la tabla 40. El valor de P es mayor que el nivel de significancia, no se puede concluir que existe una correlación estadísticamente significativa entre la viable de respuesta y el término.

Análisis de Varianza					
Fuente	GL	SC	MC	F	P
Regresión	1	0.35574	0.355740	4.11	0.136
Error	3	0.25978	0.086593		

Tabla 40. Análisis de varianza

14.6 Ecuación de regresión

El valor R^2 es el porcentaje de variación en la respuesta que es explicada por el modelo, mientras mayor sea el valor de R^2 , mejor se ajustará el modelo a los datos, el R^2 siempre está entre 0% y 100%. Tal y como se observa en la figura 6.1.8 El coeficiente del predictor (análisis interno) es de 0.7700% el cual nos indica que hay una correlación del 57.8 %, en lo que respecta al valor de R-cuad. (Ajustado) es una medida que incorpora el número de predictor ya que en el resultado fue de 43.7 % en la variación de los datos lo cual indica una correlación positiva entre ambos análisis.

$$G.EXTERNO = 1.187 + 0.7700 G.OBTENIDO$$

$$S = 0.294267 \quad R\text{-cuad.} = 57.8\% \quad R\text{-cuad. (Ajustado)} = 43.7\%$$

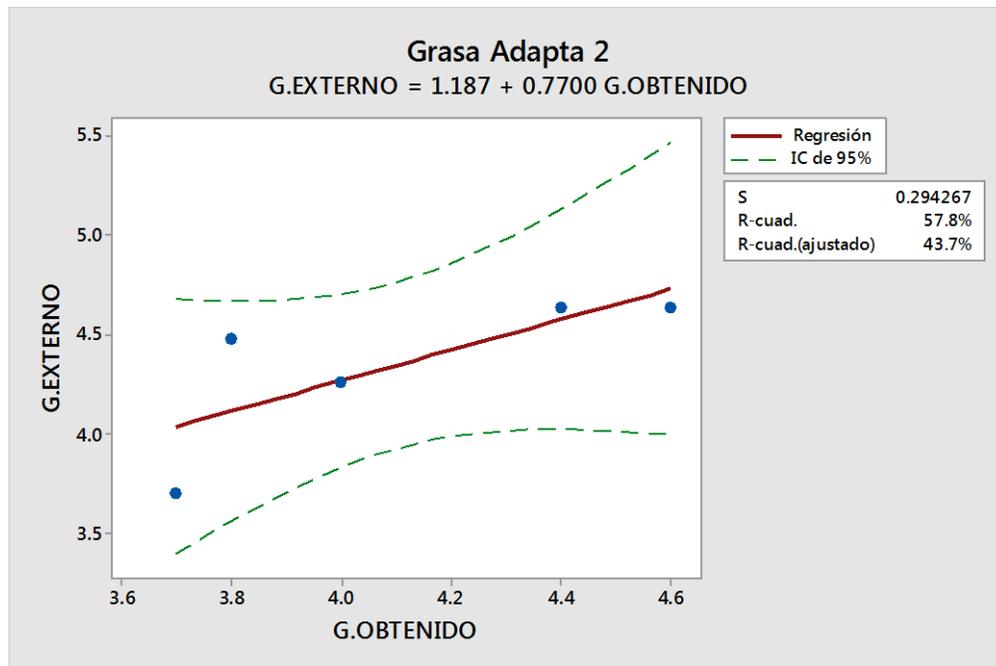


Figura 6.1.8 Análisis de regresión de línea ajustada.

14.7 Estadísticos descriptivos G. Obtenidos y G. Externos

En la siguiente figura 6.1.9 Se observa el comportamiento de los diferentes análisis y los parámetros que se utilizaron para la construcción del conjunto de muestras de adapta 2 (grasa), los valores de cada uno de los parámetros tanto por química húmeda como por NIR, en el análisis obtenido se muestra una distribución normal con una desviación de 0.38 y un sesgo de 0.43, con respecto al análisis externo se muestra una distribución sesgada ala izquierda el cual nos indica un sesgo negativo, con una desviación de 0.39 y un sesgo de -1.47.

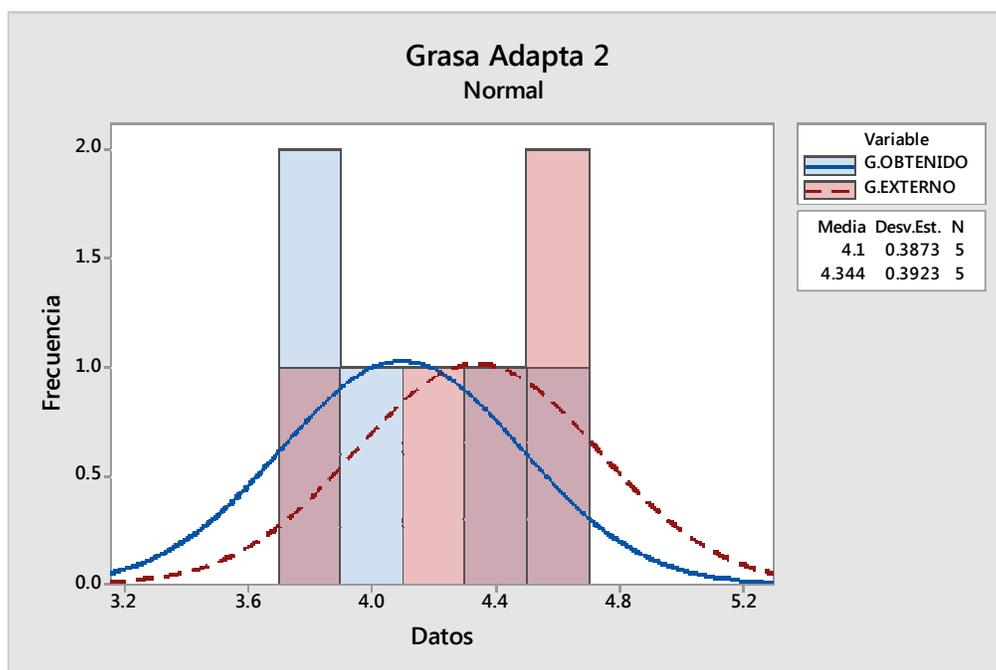


Figura 6.1.9 Parámetros del conjunto de muestras.

14.8 Análisis de varianza (Fibra)

Como se observa en la tabla 41. El valor de P es mayor que el nivel de significancia, no se puede concluir que existe una correlación estadísticamente significativa entre la viable de respuesta y el término.

Análisis de Varianza					
Fuente	GL	SC	MC	F	P
Regresión	1	0.278196	0.278196	3.38	0.163
Error	3	0.246724	0.082241		
Total	4	0.524920			

Tabla 41. Análisis de varianza

14.9 Ecuación de regresión

El valor R^2 es el porcentaje de variación en la respuesta que es explicada por el modelo, mientras mayor sea el valor de R^2 , mejor se ajustará el modelo a los datos, el R^2 siempre está entre 0% y 100%. Tal y como se observa en la figura 7.1.1 El coeficiente del predictor (análisis interno) es de 0.5661 el cual nos indica que hay una correlación del 53.0 %, en lo que respecta al valor de R-cuad. (Ajustado) es una medida que incorpora el número de predictor ya que en el resultado fue de 37.7 % en la variación de los datos lo cual indica una correlación positiva.

$$F.EXTERNO = 1.491 + 0.5661 F.OBTENIDO$$

$$S = 0.286778 \quad R\text{-cuad.} = 53.0\% \quad R\text{-cuad. (Ajustado)} = 37.3\%$$

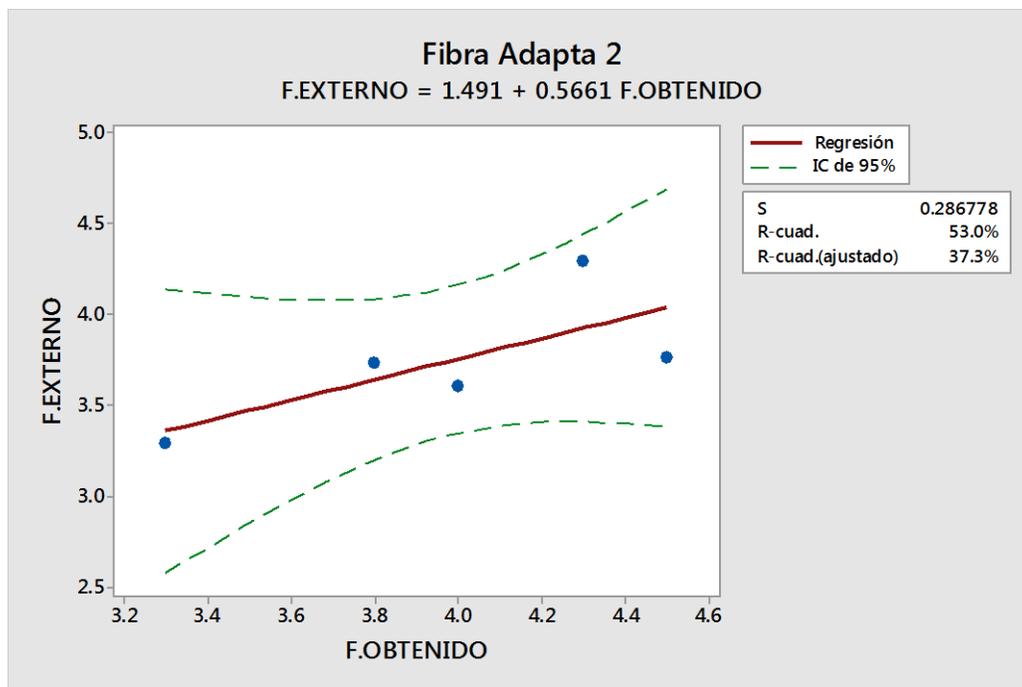


Figura 7.1.1 Análisis de regresión de línea ajustada

15. Estadísticos descriptivos F. Obtenidos y F. Externos

En la siguiente figura 7.1.2 Se observa el comportamiento de los diferentes análisis y los parámetros que se utilizaron para la construcción del conjunto de muestras de adapta 2 (fibra), los valores de cada uno de los parámetros tanto por química húmeda como por NIR. El análisis obtenido se muestra una distribución normal con una desviación de 0.46 y un sesgo de -0.61, con respecto al análisis externo muestra una distribución sesgada ala derecha el cual nos indica un sesgo positivo, con una desviación de 0.36 y un sesgo de 0.72.

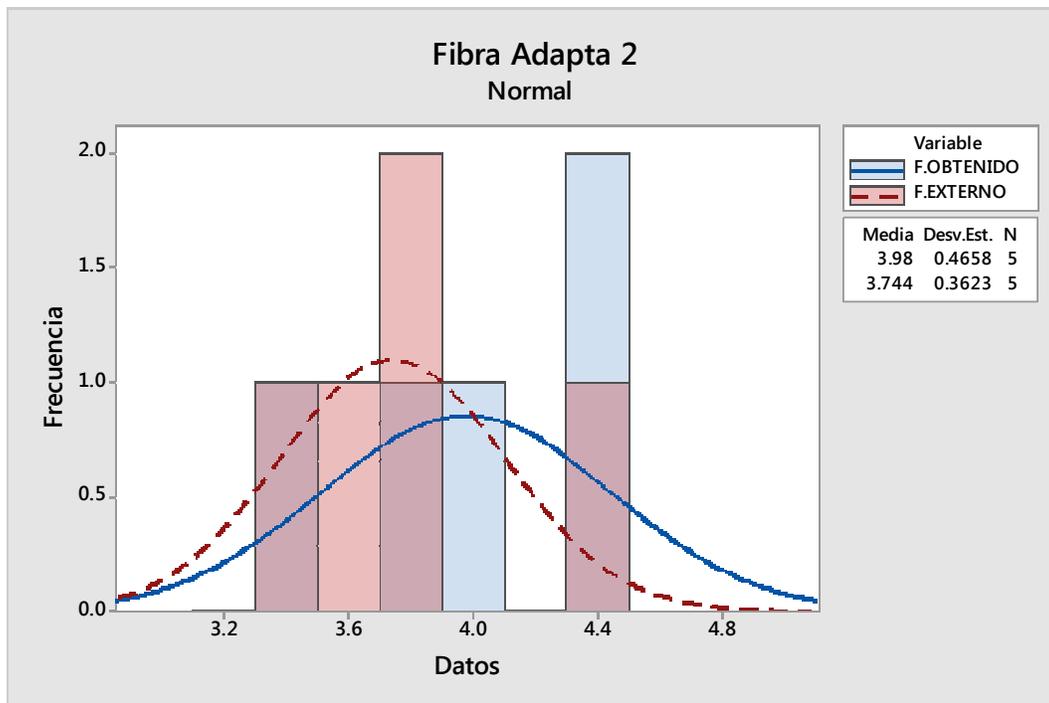


Figura 7.1.2 Parámetros del conjunto de muestras

15.1 Análisis de varianza (Ceniza)

Se observa que el valor de P es mayor que el nivel de significancia, no se puede concluir que existe una correlación estadísticamente significativa entre la viable de respuesta y el término. Tal como se muestra en la tabla 42.

Análisis de Varianza					
Fuente	GL	SC	MC	F	P
Regresión	1	1.29239	1.29239	49.19	0.006
Error	3	0.07881	0.02627		
Total	4	1.37120			

Tabla 42. Análisis de varianza

15.2 Ecuación de regresión

El valor R^2 es el porcentaje de variación en la respuesta que es explicada por el modelo, mientras mayor sea el valor de R^2 , mejor se ajustará el modelo a los datos, el R^2 siempre está entre 0% y 100%. Tal y como se observa en la figura 7.1.3 El coeficiente del predictor (análisis interno) es de 2.035 el cual nos indica que hay una correlación del 94.3 %, en lo que respecta al valor de R-cuad. (Ajustado) es una medida que incorpora el número de predictor ya que en el resultado fue de 92.3 % en la variación de los datos lo cual indica una correlación positiva.

$$C.EXTERNO = - 4.674 + 2.035 C.OBTENIDO$$

$$S = 0.162082 \quad R\text{-cuad.} = 94.3\% \quad R\text{-cuad. (Ajustado)} = 92.3\%$$

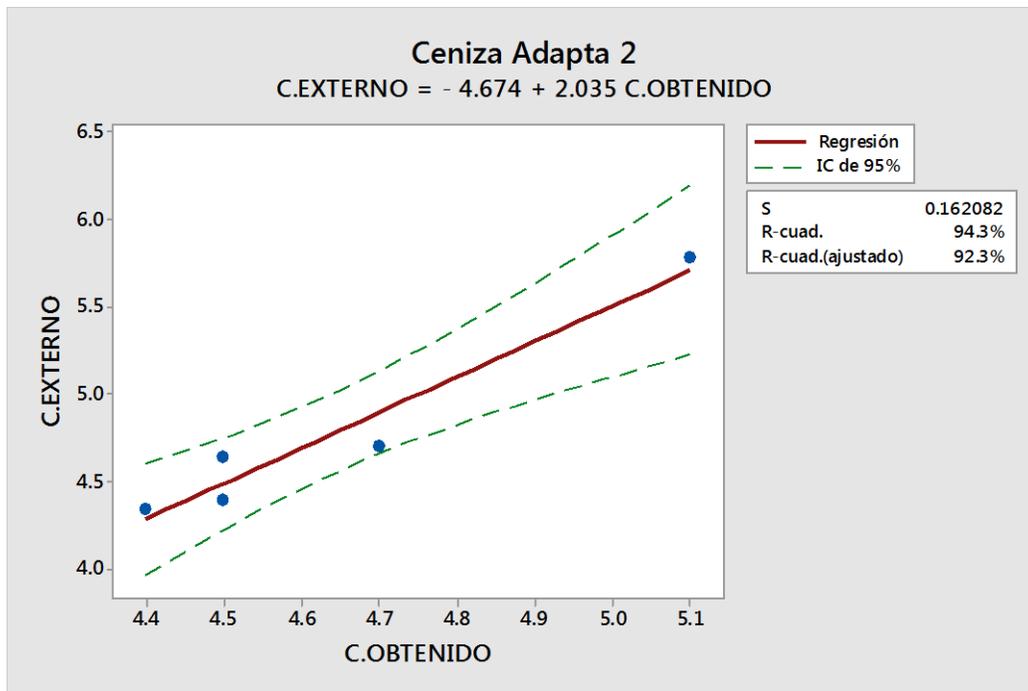


Figura 7.1.3 Análisis de regresión de línea ajustada

15.3 Estadísticos descriptivos C. Obtenidos y C. Externos.

En la siguiente figura 7.1.4 Se observa el comportamiento de los diferentes análisis y los parámetros que se utilizaron para la construcción del conjunto de muestras de adapta 2 (ceniza), los valores de cada uno de los parámetros tanto por química húmeda como por NIR. El análisis obtenido se muestra una distribución traslapada con una desviación de 0.27 y un sesgo de 1.50, con respecto al análisis externo muestra una distribución normal con una desviación de 0.58 y un sesgo de 1.85.

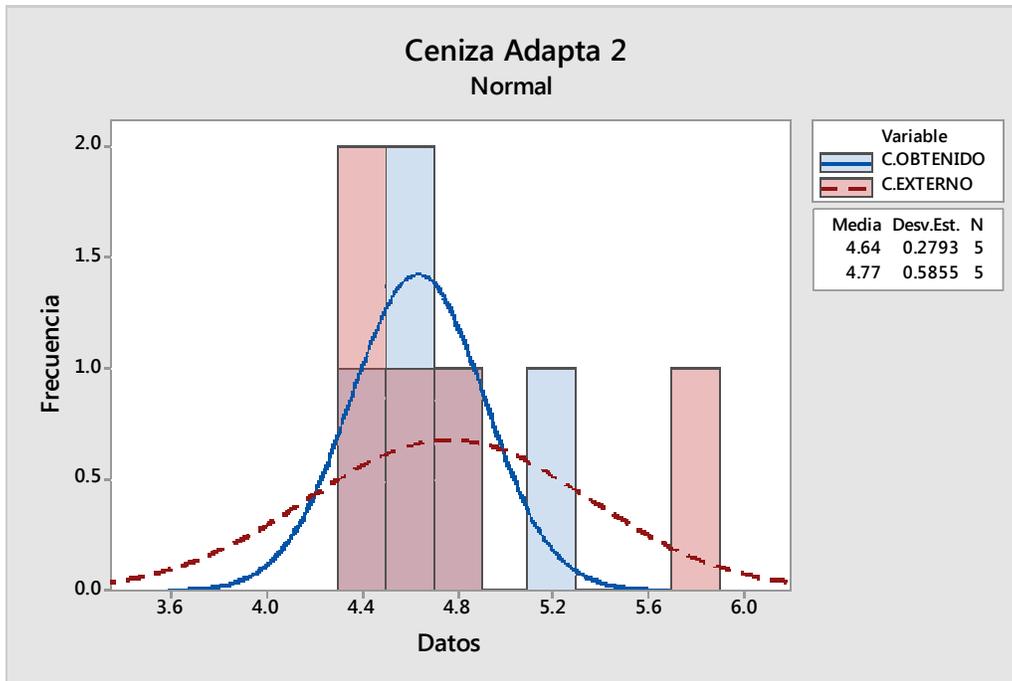


Figura 7.1.4 Parámetros del conjunto de muestras

15.4 Alimento de cerdo fase gestación

A continuación se muestra la Tabla 43. La correlación de los datos de alimento de cerdo fase gestación, se exponen todos los resultados obtenidos por la vía experimental y por química húmeda.

	%H.OBTENI	%H.EXTER	%P.OBTENI	%P.EXTER	%G.OBTENI	%G.EXTER	%F.OBTENI	%F.EXTER	%C.OBTENI	%C.EXTER
	DO	NO								
	12.3	12.35	13.2	13.36	3.4	4.11	5.3	4.7	4.4	4.29
	12.9	12.84	14.1	13.47	3	3.8	5.3	4.93	4.5	4.48
	11.7	12.47	15.2	14.73	3.5	3.96	3.6	3.98	4.8	5.39
	12.6	12.69	13.4	13.7	3	3.68	6.2	4.95	4.5	4.62
	11.6	12.07	15.2	13.21	3.4	4.41	6	5.14	5.4	4.52
PROM	12.22	12.48	14.22	13.69	3.26	3.99	5.28	4.74	4.72	4.66
C.V.	4.61	2.40	6.72	4.43	7.39	7.13	19.38	9.55	8.66	9.13
S.D.	0.56	0.30	0.95	0.61	0.24	0.28	1.02	0.45	0.41	0.43
MIN	11.60	12.07	13.20	13.21	3.00	3.68	3.60	3.98	4.40	4.29
MAX	12.90	12.84	15.20	14.73	3.50	4.41	6.20	5.14	5.40	5.39
2 S.D.	1.13	0.60	1.91	1.21	0.48	0.57	2.05	0.91	0.82	0.85

Tabla 43. Muestras seleccionadas por los diferentes análisis obtenidos por NIR Y química humedad. (Piña. E 2018)

Se realiza el análisis de resultados obtenidos durante la parte experimental de este proyecto de investigación, la comparación de los métodos para definir si existe diferencia significativa entre el método NIR y el método de referencia por química humedad, para los diferentes nutrientes del alimento y verificar cuál de los dos tiene mayor precisión y exactitud, continuación se muestra el análisis de varianza de cada nutriente.

15.5 Análisis de varianza (Humedad)

Como se observa en la tabla 44. El valor de P es mayor que el nivel de significancia, no se puede concluir que existe una correlación estadísticamente significativa entre la viable de respuesta y el término.

Análisis de Varianza					
Fuente	GL	SC	MC	F	P
Regresión	1	0.259477	0.259477	7.84	0.068
Error	3	0.099243	0.033081		
Total	4	0.358720			

Tabla 44. Análisis de varianza

15.6 Ecuación de regresión

El valor R^2 es el porcentaje de variación en la respuesta que es explicada por el modelo, mientras mayor sea el valor de R^2 , mejor se ajustará el modelo a los datos, el R^2 siempre está entre 0% y 100%. Tal y como se observa en la figura 7.1.5. El coeficiente del predictor (análisis interno) es de 0.4524 el cual nos indica que hay una correlación del 72.3%, en lo que respecta al valor de R-cuad. (Ajustado) es una medida que incorpora el número de predictor ya que en el resultado fue de 63.1 % en la variación de los datos lo cual indica una correlación muy débil.

$$H.EXTERNO = 6.956 + 0.4524 H.OBTENIDO$$

$$S = 0.181882 \quad R\text{-cuad.} = 72.3\% \quad R\text{-cuad. (Ajustado)} = 63.1\%$$

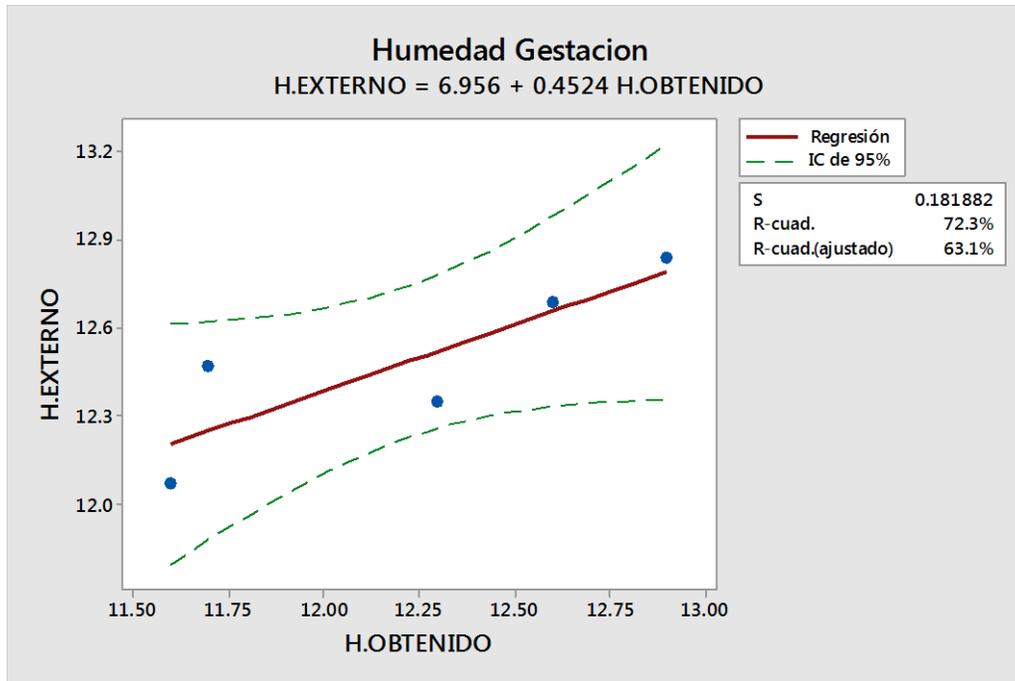


Figura 7.1.5 Análisis de regresión de línea ajustada

15.7 Estadísticos descriptivos H. Obtenido y H. Externo

En la siguiente figura 7.1.6 Se observa el comportamiento de los diferentes análisis y los parámetros que se utilizaron para la construcción del conjunto de muestras de gestación (humedad), los valores de cada uno de los parámetros tanto por química húmeda como por NIR, el análisis obtenido muestra una distribución normal, con una desviación de 0.56 con un sesgo de 0.02, con respecto al análisis externo muestra una distribución sesgada a la izquierda, el cual nos quiere decir un es un sesgo negativo, con una desviación de 0.29 y un sesgo de -0.30.

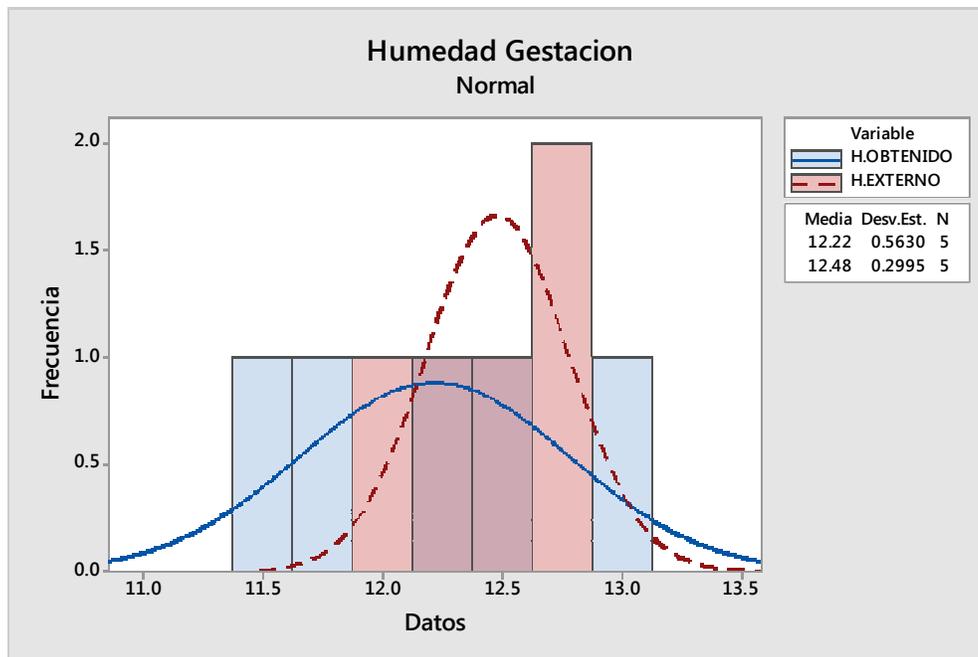


Figura 7.1.6 Parámetros del conjunto de muestras.

15.8 Análisis de varianza (Proteína)

Como se observa en la tabla 45. El valor de P es mayor que el nivel de significancia, no se puede concluir que existe una correlación estadísticamente significativa entre la viable de respuesta y el término.

Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC	MC	F	P
Regresión	1	0.22382	0.223819	0.54	0.516
Error	3	1.24550	0.415167		
Total	4	1.46932			

Tabla 45. Análisis de varianza

15.9 Ecuación de regresión

El valor R^2 es el porcentaje de variación en la respuesta que es explicada por el modelo, mientras mayor sea el valor de R^2 , mejor se ajustará el modelo a los datos, el R^2 siempre está entre 0% y 100%. Tal y como se observa en la figura 7.1.7. El coeficiente del predictor (análisis interno) es de 0.2477 el cual nos indica que hay una correlación del 15.2 %, en lo que respecta al valor de R-cuad. (Ajustado) es una medida que incorpora el número de predictor ya que en el resultado fue de 0.0 % en la variación de los datos lo cual indica una correlación muy débil.

$$P.EXTERNO = 10.17 + 0.2477 P.OBTENIDO$$

$$S = 0.644334 \quad R\text{-cuad.} = 15.2\% \quad R\text{-cuad. (Ajustado)} = 0.0\%$$

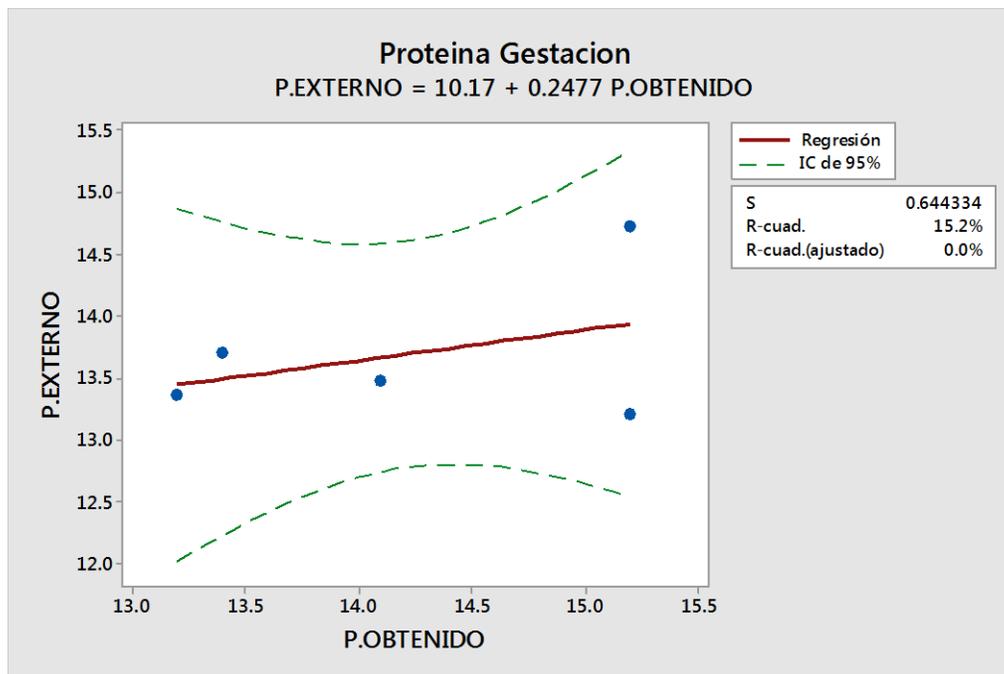


Figura 7.1.7 Análisis de regresión de línea ajustada

16. Estadísticos descriptivos P. Obtenido y P. Externo.

En la siguiente figura 7.1.8. Se observa el comportamiento de los diferentes análisis y los parámetros que se utilizaron para la construcción del conjunto de muestras de gestación (proteína), los valores de cada uno de los parámetros tanto por química húmeda como por NIR, en el análisis obtenido se muestra una distribución positiva, con una desviación de 0.95 con un sesgo de 0.13, con respecto al análisis externo muestra una distribución sesgada ala derecha, el cual indica un sesgo positivo con una desviación de 0.60 con un sesgo de 1.78.

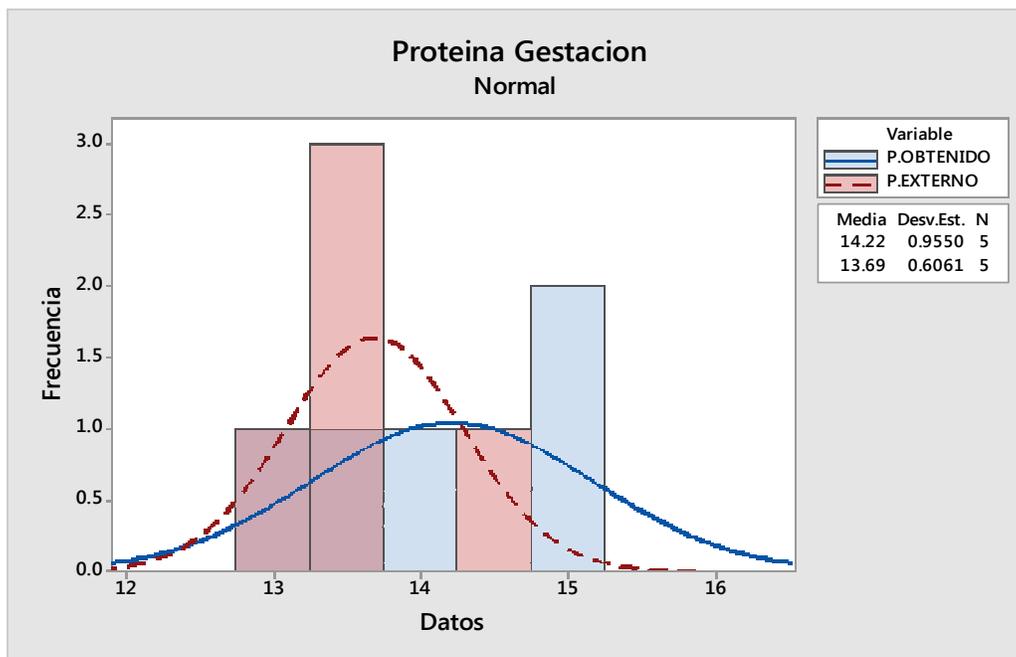


Figura 7.1.8 Parámetros del conjunto de muestras

16.1 Análisis de varianza (Grasa)

Se determinó que la asociación entre la respuesta del termino análisis de grasa interno y externo, incluido en el modelo es estadísticamente significativo, ya que al comparar el valor de P del termino con el nivel de significancia ($\alpha = 0.05$) para evaluar la hipótesis nula, ya que el coeficiente del termino lo que indica que no hay asociación entre el termino y la respuesta. Tal como se muestra en la tabla 46.

Análisis de Varianza					
Fuente	GL	SC	MC	F	P
Regresión	1	0.169666	0.169666	3.30	0.167
Error	3	0.154214	0.051405		
Total	4	0.323880			

Tabla 46. Análisis de varianza

16.2 Ecuación de regresión

El valor R^2 es el porcentaje de variación en la respuesta que es explicada por el modelo, mientras mayor sea el valor de R^2 , mejor se ajustará el modelo a los datos, el R^2 siempre está entre 0% y 100%. Tal y como se observa en la figura 7.1.9. El coeficiente del predictor (análisis interno) es de 0.8552 el cual nos indica que hay una correlación del 52.4 %, en lo que respecta al valor de R-cuad. (Ajustado) es una medida que incorpora el número de predictor ya que en el resultado fue de 36.5 % en la variación de los datos lo cual indica una correlación positiva.

$$G.EXTERNO = 1.204 + 0.8552 G.OBTENIDO$$

$$S = 0.226726 \quad R\text{-cuad.} = 52.4\% \quad R\text{-cuad. (Ajustado)} = 36.5\%$$

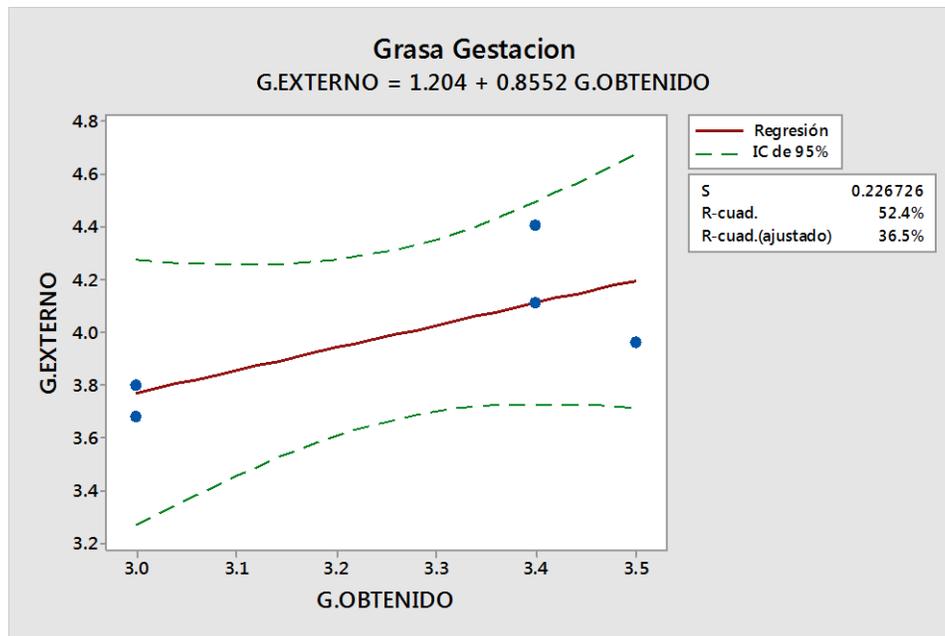


Figura 7.1.9 Análisis de regresión de línea ajustada

16.3 Estadísticos descriptivos F. Obtenido y F. Externo

En la siguiente figura 8.1.1 Se observa el comportamiento de los diferentes análisis y los parámetros que se utilizaron para la construcción del conjunto de muestras de gestación (grasa), los valores de cada uno de los parámetros tanto por química húmeda como por NIR. En el análisis obtenido se muestra una distribución sesgada ala derecha el cual indica un sesgo positivo, con una desviación de 0.24 y con un sesgo de-0.47, con respecto al análisis externo muestra una distribución sesgada a la izquierda, el cual indica un sesgo negativo, con una desviación de 0.28 y un sesgo de 0.67.

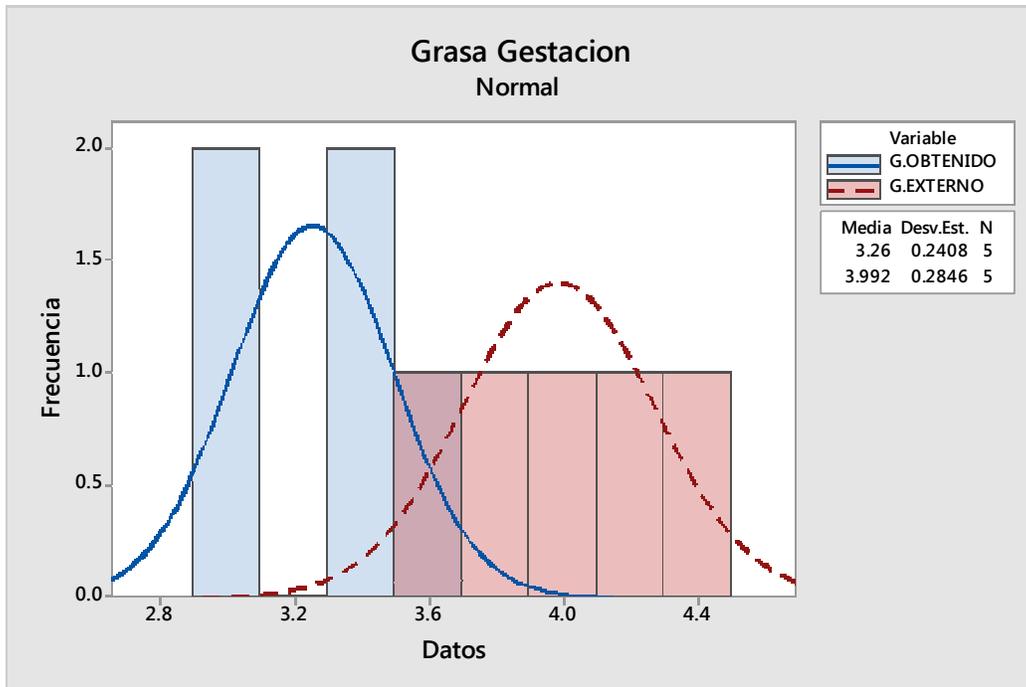


Figura 8.1.1 Parámetros del conjunto de muestras

16.4 Análisis de varianza (Fibra)

Como se observa en la tabla 47. El valor de P es mayor que el nivel de significancia, no se puede concluir que existe una correlación estadísticamente significativa entre la viable de respuesta y el término.

Análisis de Varianza					
Fuente	GL	SC	MC	F	P
Regresión	1	0.740478	0.740478	28.15	0.013
Error	3	0.078922	0.026307		
Total	4	0.819400			

Tabla 47. Análisis de varianza

16.5 Ecuación de regresión

El valor R^2 es el porcentaje de variación en la respuesta que es explicada por el modelo, mientras mayor sea el valor de R^2 , mejor se ajustará el modelo a los datos, el R^2 siempre está entre 0% y 100%. Tal y como se observa en la figura 8.1.2 El coeficiente del predictor (análisis interno) es de 0.4205 el cual nos indica que hay una correlación del 90.4 %, en lo que respecta al valor de R-cuad. (Ajustado) es una medida que incorpora el número de predictor ya que en el resultado fue de 87.2 % en la variación de los datos lo cual indica una correlación muy débil.

$$F.EXTERNO = 2.520 + 0.4205 F.OBTENIDO$$

$$S = 0.162196 \quad R\text{-cuad.} = 90.4\% \quad R\text{-cuad. (Ajustado)} = 87.2\%$$

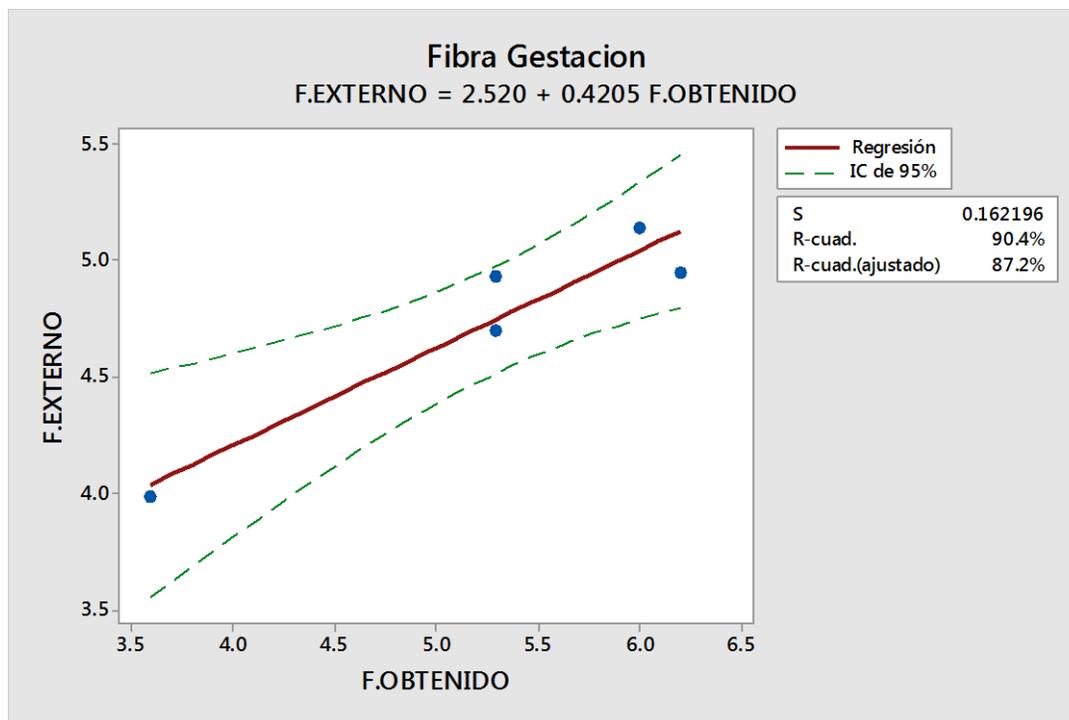


Figura 8.1.2 Análisis de regresión de línea ajustada

16.6 Estadísticos descriptivos F. Obtenido y F. Externos.

En la siguiente figura 8.1.3 Se observa el comportamiento de los diferentes análisis y los parámetros que se utilizaron para la construcción del conjunto de muestras de gestación (fibra), los valores de cada uno de los parámetros tanto por química húmeda como por NIR. En el análisis obtenido se muestra una distribución normal, con una desviación de 1.02 y un sesgo de -1.40 con lo que respecta al análisis externo se muestra una distribución sesgada a la derecha, el cual nos quiere decir que es un sesgo positivo, con una desviación de 0.45 y un sesgo de -1.61.

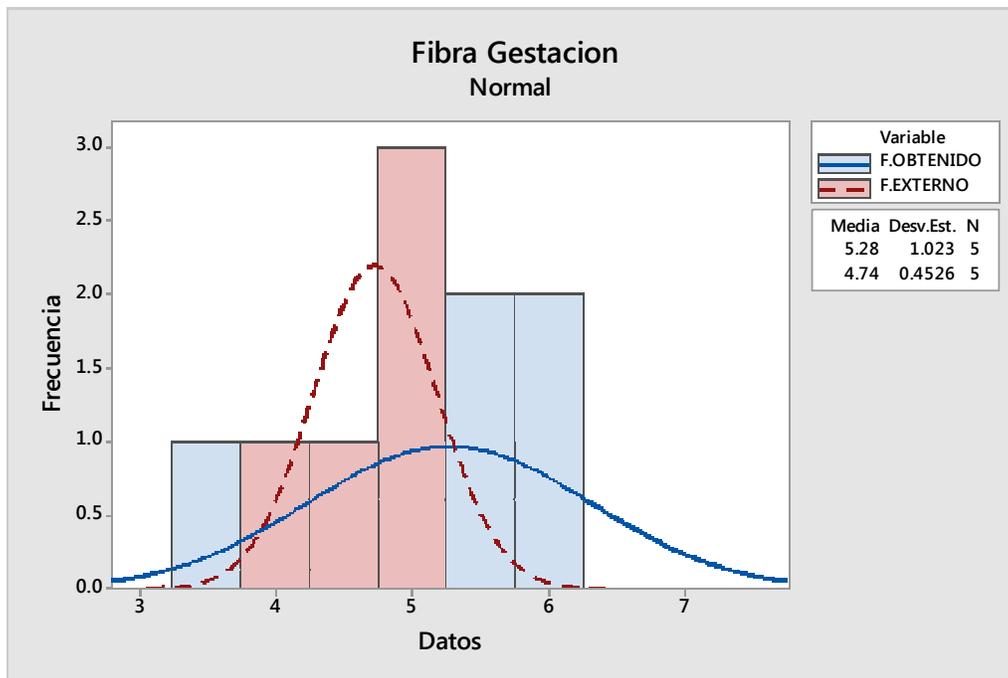


Figura 8.1.3 Parámetros del conjunto de muestras

16.7 Análisis de varianza (Ceniza)

Se observa que el valor de P es mayor que el nivel de significancia, no se puede concluir que existe una correlación estadísticamente significativa entre la variable de respuesta y el término. Tal como se muestra en la tabla 48.

Análisis de Varianza					
Fuente	GL	SC	MC	F	P
Regresión	1	0.025299	0.025299	0.11	0.763
Error	3	0.698101	0.232700		
Total	4	0.723400			

Tabla 48. Análisis de varianza

16.8 Ecuación de regresión

El valor R^2 es el porcentaje de variación en la respuesta que es explicada por el modelo, mientras mayor sea el valor de R^2 , mejor se ajustará el modelo a los datos, el R^2 siempre está entre 0% y 100%. Tal y como se observa en la figura 8.1.4. El coeficiente del predictor (análisis interno) es de 0.1946 el cual nos indica que hay una correlación del 3.5 %, en lo que respecta al valor de R-cuad. (Ajustado) es una medida que incorpora el número de predictor ya que en el resultado fue de 0.0 % en la variación de los datos lo cual indica una correlación muy débil y con un valores atípico muy notorios.

$$C.EXTERNO = 3.741 + 0.1946 C.OBTENIDO$$

$$S = 0.482390 \quad R\text{-cuad.} = 3.5\% \quad R\text{-cuad. (Ajustado)} = 0.0\%$$

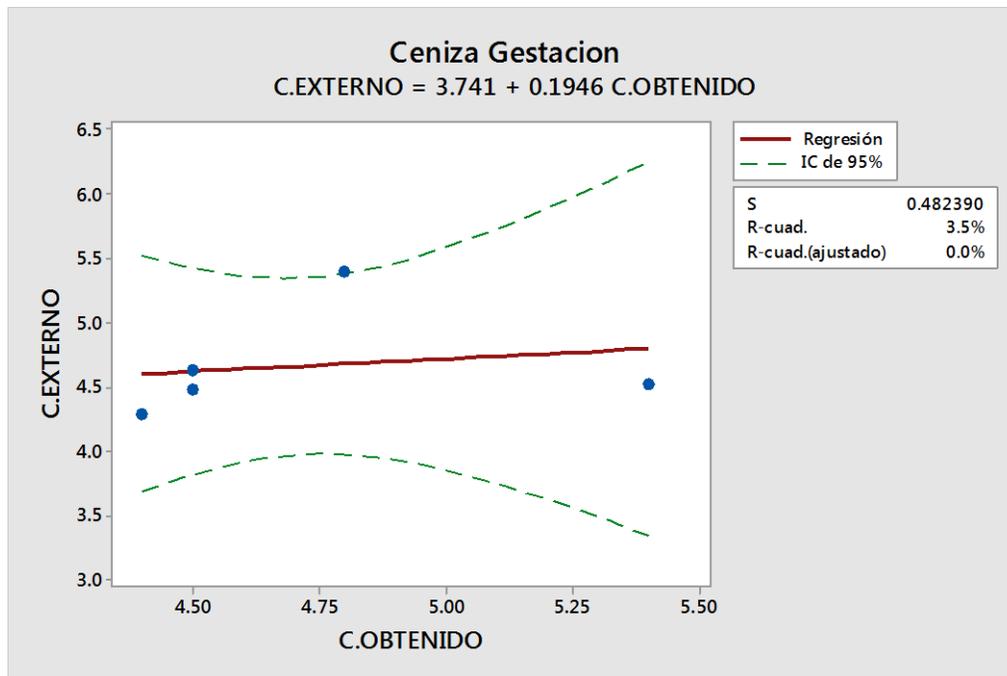


Figura 8.1.4 Análisis de regresión de línea ajustada

16.9 Estadísticos descriptivos C. Obtenido y C. Externo

En la siguiente figura 8.1.5 Se observa el comportamiento de los diferentes análisis y los parámetros que se utilizaron para la construcción del conjunto de muestras de gestación (ceniza), los valores de cada uno de los parámetros tanto por química húmeda como por NIR. En el análisis obtenido se muestra una distribución normal con una desviación de 0.40 y un sesgo de 1.59, con respecto al análisis externo muestra una distribución normal con una desviación de 0.42 y un sesgo de 1.79.

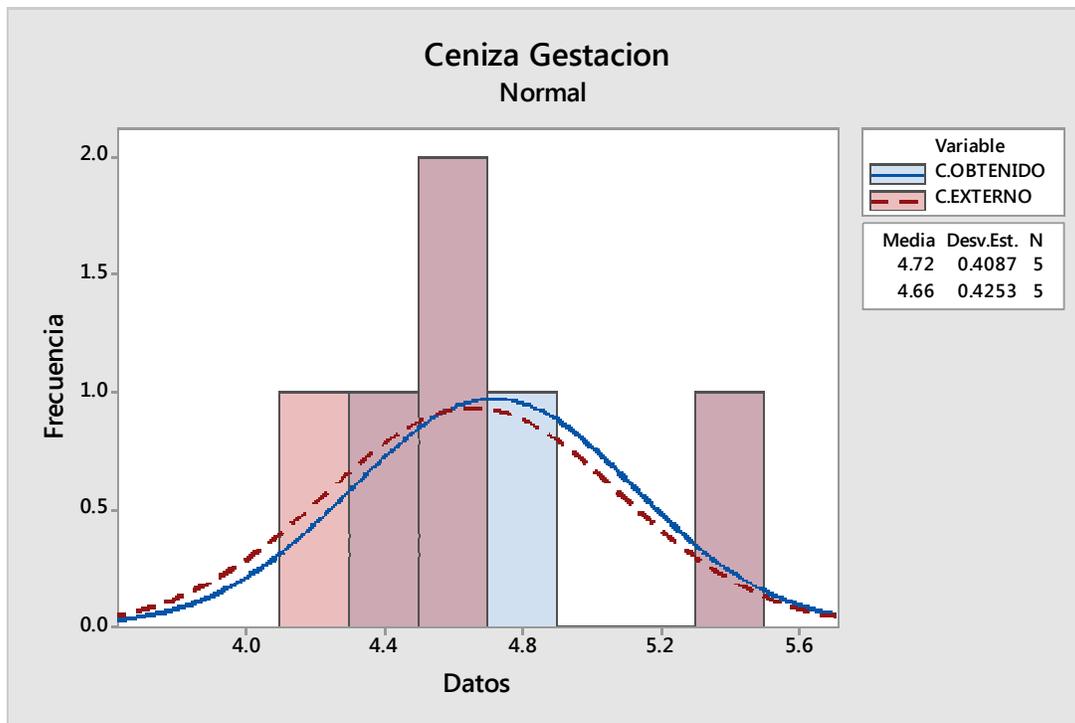


Figura 8.1.5 Paramentos del conjunto de muestras

17. Alimento de cerdo fase Lactancia

A continuación se muestra la Tabla 49. Muestra la correlación de los datos cerdo adaptación 1, se exponen todos los resultados de cerdo obtenidos por la vía experimental y por química húmeda.

	%H.OBTENI DO	%H.EXTER NO	%P.OBTENI DO	%P.EXTER NO	%G.OBTENI DO	%G.EXTER NO	%F.OBTENI DO	%F.EXTER NO	%C.OBTENI DO	%C.EXTER NO
	11.1	11.74	17.3	16.96	5.4	5.14	4.6	4.41	6.2	5.79
	12	12.71	16.6	16.91	5.2	4.67	4.6	3.67	5.5	4.84
	11.5	12.18	17.4	17.26	5.2	4.8	4.5	3.7	6.1	4.87
	11.8	12.13	16.9	17.46	5.5	5.36	5.2	3.68	5.9	4.97
	12.4	12.59	16.6	16.9	5.1	4.66	4.5	3.8	5.6	4.87
PRO	11.76	12.27	16.96	17.10	5.28	4.93	4.68	3.85	5.86	5.07
C.V.	4.19	3.17	2.23	1.46	3.11	6.31	6.30	8.21	5.20	8.02
S.D.	0.49	0.39	0.38	0.25	0.16	0.31	0.29	0.32	0.30	0.41
MIN	11.10	11.74	16.60	16.90	5.10	4.66	4.50	3.67	5.50	4.84
MAX	12.40	12.71	17.40	17.46	5.50	5.36	5.20	4.41	6.20	5.79
2	0.99	0.78	0.76	0.50	0.33	0.62	0.59	0.63	0.61	0.81
S.D.										

Tabla 49. Muestras seleccionadas por los diferentes análisis obtenidos por NIR Y química humedad. (Piña. E 2018)

Se realiza el análisis de resultados obtenidos durante la parte experimental de este proyecto de investigación, la comparación de los métodos para definir si existe diferencia significativa entre el método NIR y el método de referencia por química humedad, para los diferentes nutrientes del alimento y verificar cuál de los dos tiene mayor precisión y exactitud, a continuación se muestra el análisis de varianza de cada nutriente.

17.1 Análisis de varianza (Humedad)

Como se observa en la tabla 50. El valor de P es mayor que el nivel de significancia, no se puede concluir que existe una correlación estadísticamente significativa entre la viable de respuesta y el término.

Análisis de Varianza					
Fuente	GL	SC	MC	F	P
Regresión	1	0.472926	0.472926	10.77	0.046
Error	3	0.131674	0.043891		
Total	4	0.604600			

Tabla 50. Análisis de varianza.

17.2 Ecuación de regresión

El valor R^2 es el porcentaje de variación en la respuesta que es explicada por el modelo, mientras mayor sea el valor de R^2 , mejor se ajustará el modelo a los datos, el R^2 siempre está entre 0% y 100%. Tal y como se observa en la figura 8.1.6 El coeficiente del predictor (análisis interno) es de 0.6975 el cual nos indica que hay una correlación del 78.2 %, en lo que respecta al valor de R-cuad. (Ajustado) es una medida que incorpora el número de predictor ya que en el resultado fue de 71.0 % en la variación de los datos lo cual indica una correlación positiva.

$$H.EXTERNO = 4.067 + 0.6975 H.OBTENIDO$$

$$S = 0.209503 \quad R\text{-cuad.} = 78.2\% \quad R\text{-cuad. (Ajustado)} = 71.0\%$$

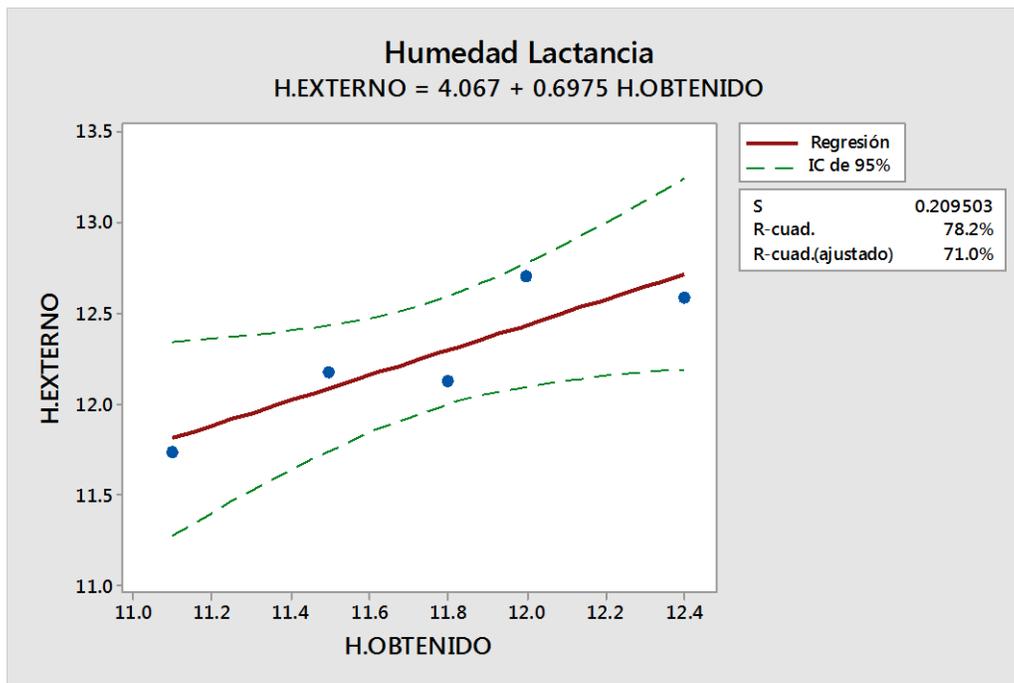


Figura 8.1.6 Análisis de regresión de línea ajustada

17.3 Estadísticos descripción H. Obtenidos y H. Externo.

En la siguiente figura 8.1.7 Se observa el comportamiento de los diferentes análisis y los parámetros que se utilizaron para la construcción del conjunto de muestras de lactancia (humedad), los valores de cada uno de los parámetros tanto por química húmeda como por NIR, En el análisis obtenido muestra una distribución normal con una desviación de 0.49 y un sesgo de -0.10, con respecto al análisis externo muestra una distribución sesgada a la izquierda el cual nos indica que es un sesgo negativo, con una desviación de 0.38 y un sesgo de 0.24.

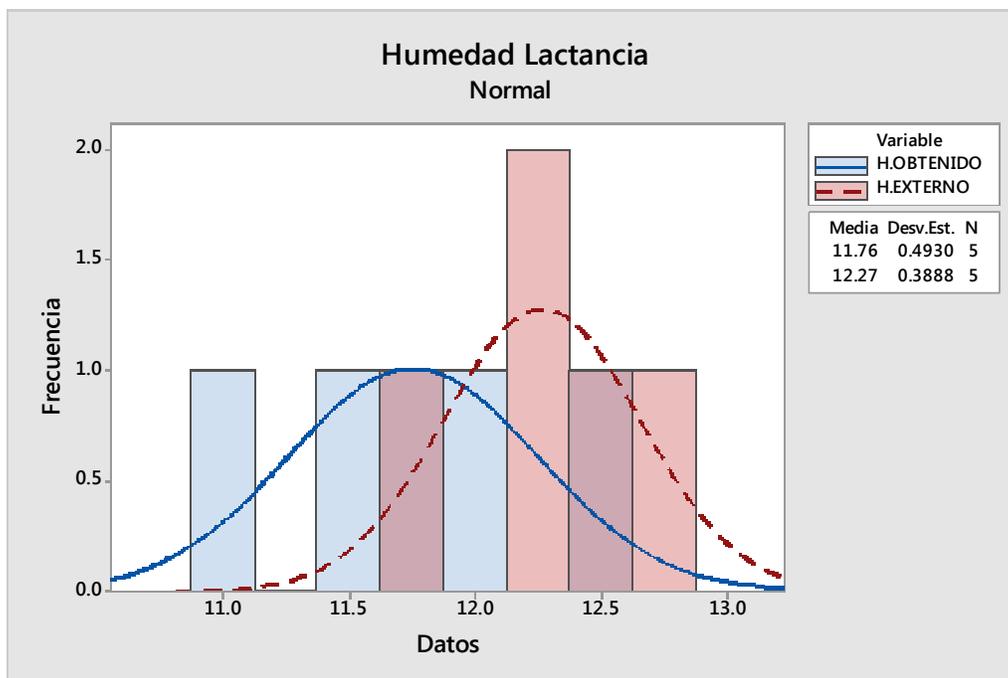


Figura 8.1.7 Parámetros del conjunto de muestras

17.4 Análisis de varianza (Proteína)

Como se observa en la tabla 51. El valor de P es mayor que el nivel de significancia, no se puede concluir que existe una correlación estadísticamente significativa entre la viable de respuesta y el término.

Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC	MC	F	P
Regresión	1	0.035053	0.0350534	0.49	0.535
Error	3	0.215827	0.0719422		
Total	4	0.250880			

Tabla 51. Análisis de varianza

17.5 Ecuación de regresión

El valor R^2 es el porcentaje de variación en la respuesta que es explicada por el modelo, mientras mayor sea el valor de R^2 , mejor se ajustará el modelo a los datos, el R^2 siempre está entre 0% y 100%. Tal y como se observa en la figura 8.1.8 El coeficiente del predictor (análisis interno) es de 0.2476 el cual nos indica que hay una correlación del 14.0 %, en lo que respecta al valor de R-cuad. (Ajustado) es una medida que incorpora el número de predictor ya que en el resultado fue de 0.0 % en la variación de los datos lo cual indica una correlación muy débil.

$$P.EXTERNO = 12.90 + 0.2476 P.OBTENIDO$$

$$S = 0.268220 \quad R\text{-cuad.} = 14.0\% \quad R\text{-cuad. (Ajustado)} = 0.0\%$$

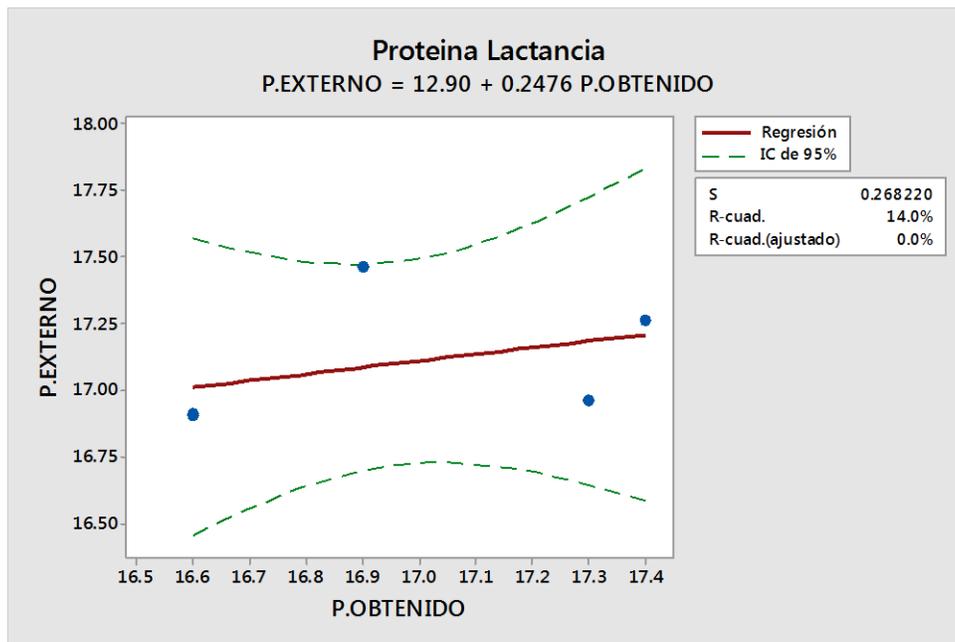


Figura 8.1.8 Análisis de regresión de línea ajustada

17.6 Estadísticos descriptivos de P. Obtenidos y P. Externos.

En la siguiente figura 8.1.9 Se observa el comportamiento de los diferentes análisis y los parámetros que se utilizaron para la construcción del conjunto de muestras de gestación (proteína), los valores de cada uno de los parámetros tanto por química húmeda como por NIR, en el análisis obtenido se muestra una distribución normal, con una desviación de 0.37 y con un sesgo de 0.24, con lo que respecta al análisis externo muestra una distribución sesgada ala izquierda, el cual nos quiere decir que es un sesgo negativo, con una desviación de 0.25 y un sesgo de 0.92

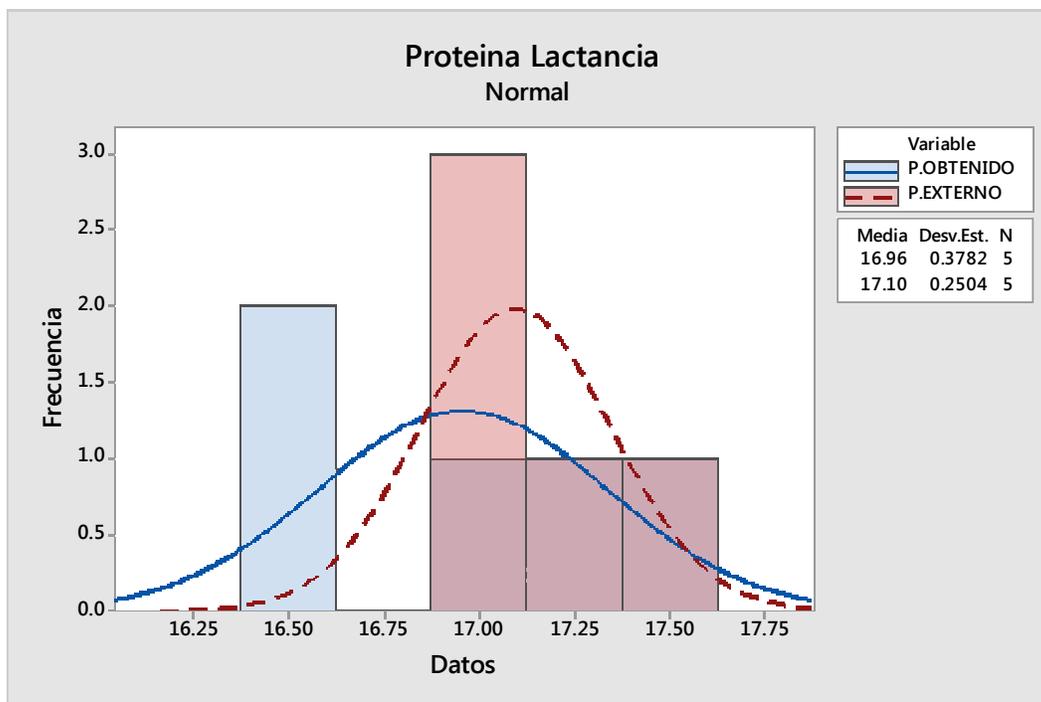


Figura 8.1.9 Parámetros del conjunto de muestras.

17.8 Análisis de varianza (Grasa)

Se determinó que la asociación entre la respuesta del termino análisis de grasa interno y externo, incluido en el modelo es estadísticamente significativo, ya que al comparar el valor de P del termino con el nivel de significancia ($\alpha = 0.05$) para evaluar la hipótesis nula, ya que el coeficiente del término, lo que indica que no hay asociación entre el termino y la respuesta. Tal como se muestra en la tabla 52.

Análisis de Varianza					
Fuente	GL	SC	MC	F	P
Regresión	1	0.368890	0.368890	63.49	0.004
Error	3	0.017430	0.005810		
Total	4	0.386320			

Tabla 52. Análisis de varianza

17.9 Ecuación de regresión

El valor R^2 es el porcentaje de variación en la respuesta que es explicada por el modelo, mientras mayor sea el valor de R^2 , mejor se ajustará el modelo a los datos, el R^2 siempre está entre 0% y 100%. Tal y como se observa en la figura 9.1.1 El coeficiente del predictor (análisis interno) es de 0.1.848 el cual nos indica que hay una correlación del 95.5 %, en lo que respecta al valor de R-cuad. (Ajustado) es una medida que incorpora el número de predictor ya que en el resultado fue de 94.0 % en la variación de los datos lo cual indica una correlación positiva.

$$G.EXTERNO = - 4.832 + 1.848 G.OBTENIDO$$

$$S = 0.0762225 \quad R\text{-cuad.} = 95.5\% \quad R\text{-cuad. (Ajustado)} = 94.0\%$$

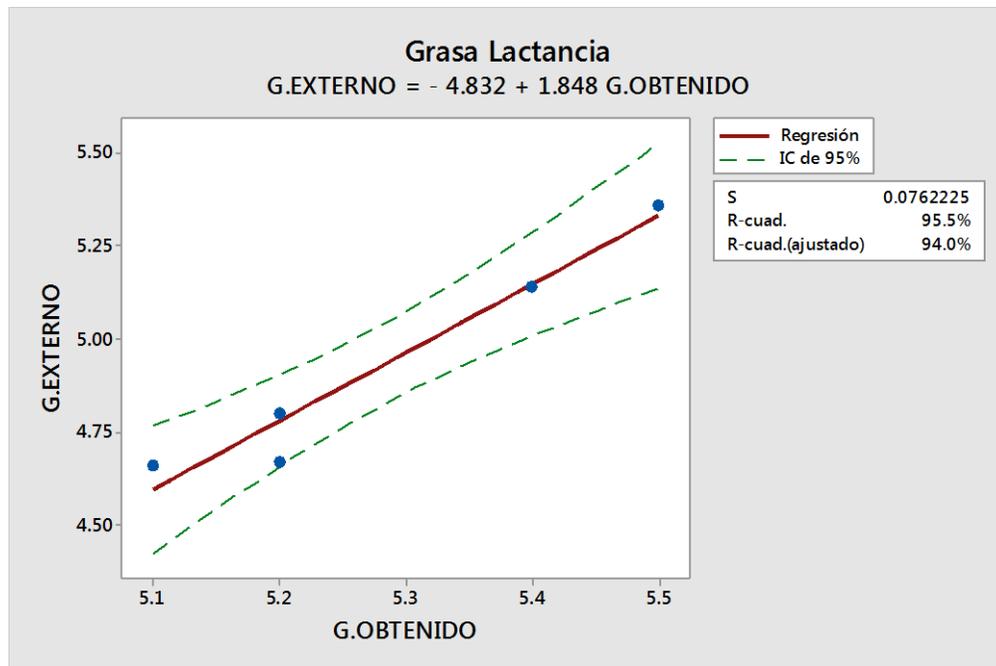


Figura 9.1.1 Análisis de regresión de línea ajustada

18. Estadísticos descriptivos G. Obtenido y G. Externos.

En la siguiente figura 9.1.2 Se observa el comportamiento de los diferentes análisis y los parámetros que se utilizaron para la construcción del conjunto de muestras de lactancia (grasa), los valores de cada uno de los parámetros tanto por química húmeda como por NIR. En el análisis obtenido muestra una distribución sesgada ala izquierda, el cual nos indica que es un sesgo negativo, con una desviación de 0.16 y un sesgo de 0.52, con lo que respecta al análisis externo muestra una distribución normal con una desviación de 0.31 y un sesgo de 0.75.

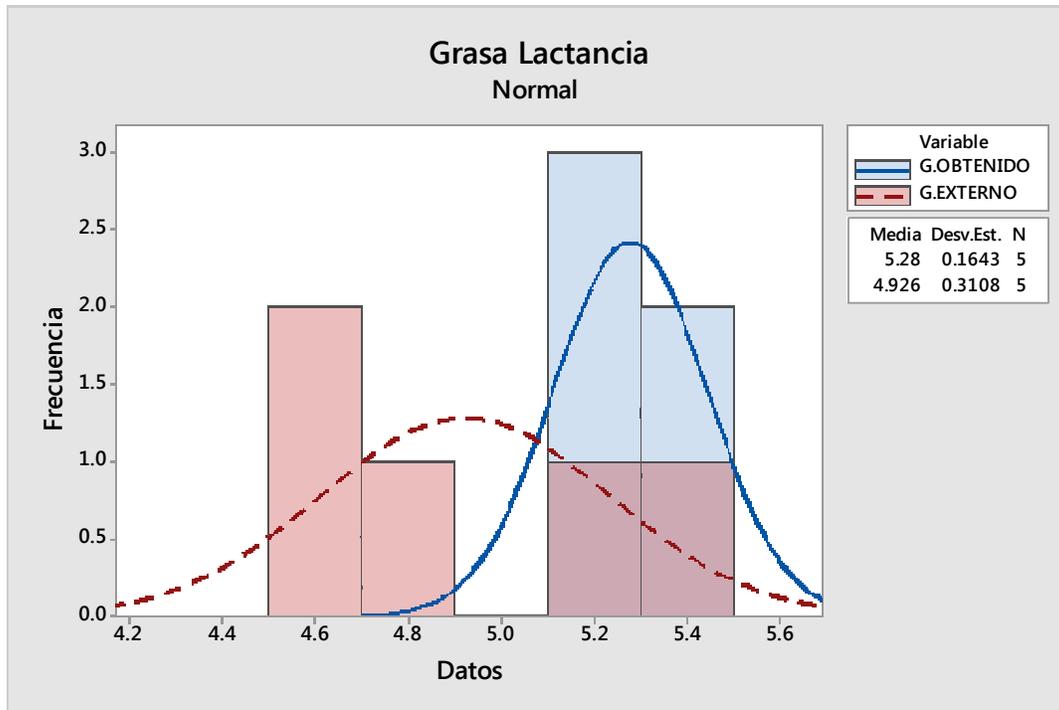


Figura 9.1.2 Parámetros del conjunto de muestras

18.1 Análisis de varianza (Fibra)

Como se observa en la tabla 53. El valor de P es mayor que el nivel de significancia, no se puede concluir que existe una correlación estadísticamente significativa entre la viable de respuesta y el término.

Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC	MC	F	P
Regresión	1	0.019701	0.019701	0.16	0.720
Error	3	0.380179	0.126726		
Total	4	0.399880			

Tabla 53. Análisis de varianza.

18.2 Ecuación de regresión

El valor R^2 es el porcentaje de variación en la respuesta que es explicada por el modelo, mientras mayor sea el valor de R^2 , mejor se ajustará el modelo a los datos, el R^2 siempre está entre 0% y 100%. Tal y como se observa en la figura 9.1.3 El coeficiente del predictor (análisis interno) es de 0.2379 el cual nos indica que hay una correlación del 4.9 %, en lo que respecta al valor de R-cuad. (Ajustado) es una medida que incorpora el número de predictor ya que en el resultado fue de 0.0 % en la variación de los datos lo cual indica una correlación muy débil.

$$F.EXTERNO = 4.966 - 0.2379 F.OBTENIDO$$

$$S = 0.355987 \quad R\text{-cuad.} = 4.9\% \quad R\text{-cuad. (Ajustado)} = 0.0\%$$

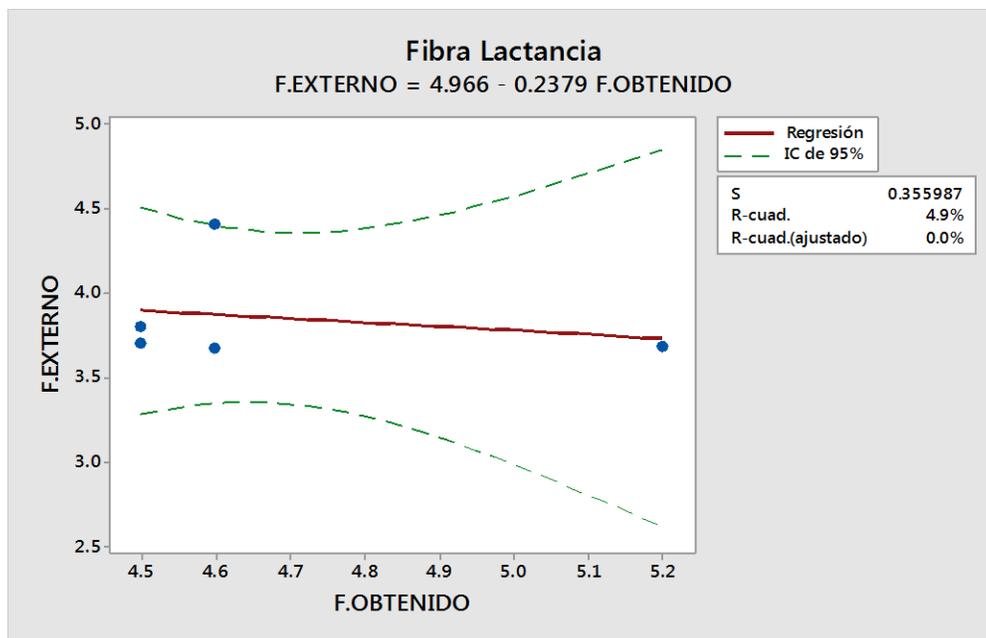


Figura 9.1.3. Análisis de regresión de línea ajustada

18.3 Estadísticos descriptivos F. Obtenidos y F. Externos

En la siguiente figura 9.1.4. Se observa el comportamiento de los diferentes análisis y los parámetros que se utilizaron para la construcción del conjunto de muestras de lactancia (fibra), los valores de cada uno de los parámetros tanto por química húmeda como por NIR, en el análisis obtenido se muestra una distribución sesgada ala izquierda, el cual nos indica un sesgo negativo, con una desviación de 0.29 y un sesgo de -2.08, con lo que respecta al análisis externo muestra una distribución sesgada ala derecha el cual nos indica un sesgo positivo, con una desviación de 0.31 y un sesgo de 2.10.

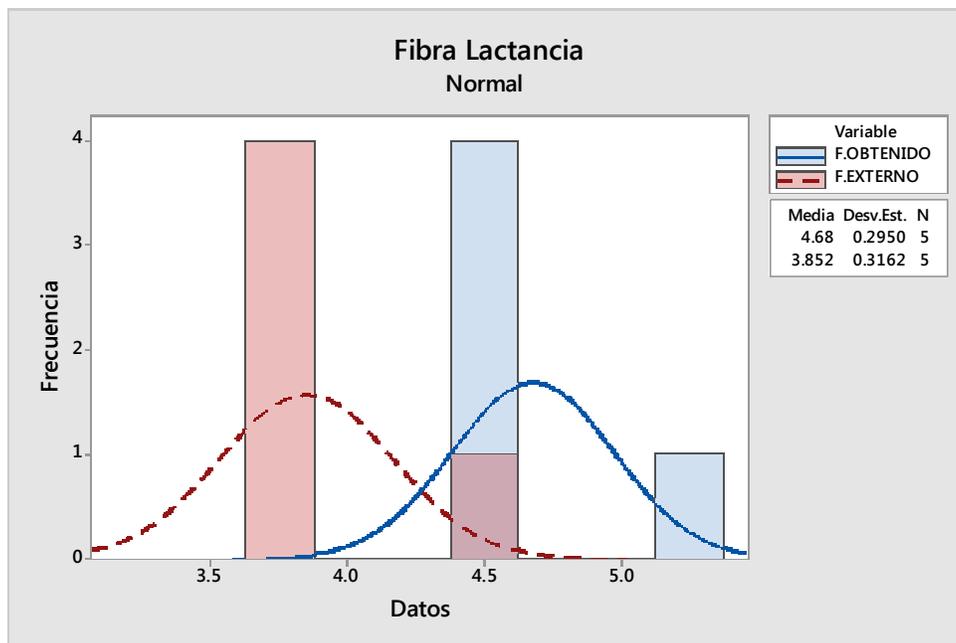


Figura 9.1.4 .Parámetros del conjunto de muestras.

18.4 Análisis de varianza (Ceniza)

Se observa que el valor de P es mayor que el nivel de significancia, no se puede concluir que existe una correlación estadísticamente significativa entre la viable de respuesta y el término. Tal como se muestra en la tabla 54.

Análisis de Varianza					
Fuente	GL	SC	MC	F	P
Regresión	1	0.288499	0.288499	2.32	0.225
Error	3	0.372781	0.124260		
Total	4	0.661280			

Tabla 54. Análisis de varianza

18.5 Ecuación de regresión

El valor R^2 es el porcentaje de variación en la respuesta que es explicada por el modelo, mientras mayor sea el valor de R^2 , mejor se ajustará el modelo a los datos, el R^2 siempre está entre 0% y 100%. Tal y como se observa en la figura 9.1.5 .El coeficiente del predictor (análisis interno) es de 0.8806 el cual nos indica que hay una correlación del 43.6 %, en lo que respecta al valor de R-cuad. (Ajustado) es una medida que incorpora el número de predictor ya que en el resultado fue de 24.8 % en la variación de los datos lo cual indica una correlación muy débil y con un valores atípico muy notorios.

$$C.EXTERNO = - 0.093 + 0.8806 C.OBTENIDO$$

$$S = 0.352506 \quad R\text{-cuad.} = 43.6\% \quad R\text{-cuad. (Ajustado)} = 24.8\%$$

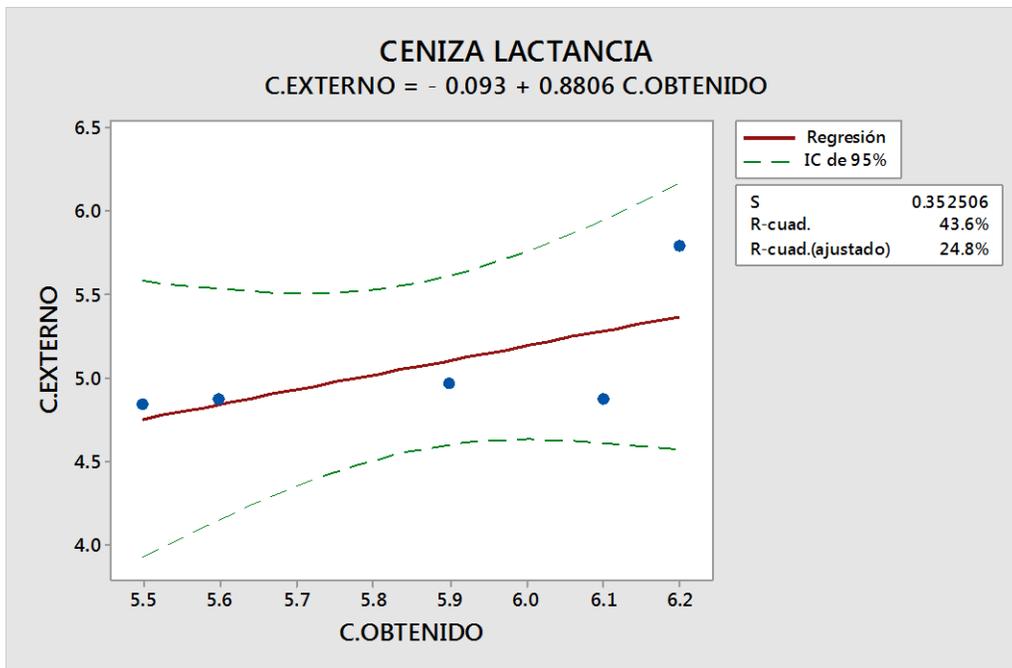


Figura 9.1.5. Análisis de regresión de línea ajustada

18.6 Estadísticos descriptivos de C. Obtenidos y C. Externos

En la siguiente figura 9.1.6. Se observa el comportamiento de los diferentes análisis y los parámetros que se utilizaron para la construcción del conjunto de muestras de lactancia (ceniza), los valores de cada uno de los parámetros tanto por química húmeda como por NIR. En el análisis obtenido se muestra una distribución sesgada ala izquierda, el cual nos indica un sesgo negativo, con una desviación de 0.30 y un sesgo de -0.16, con lo que respecta al análisis externo muestra una distribución sesgada ala derecha el cual nos indica un sesgo positivo, con una desviación de 0-0 y un sesgo de 2.16

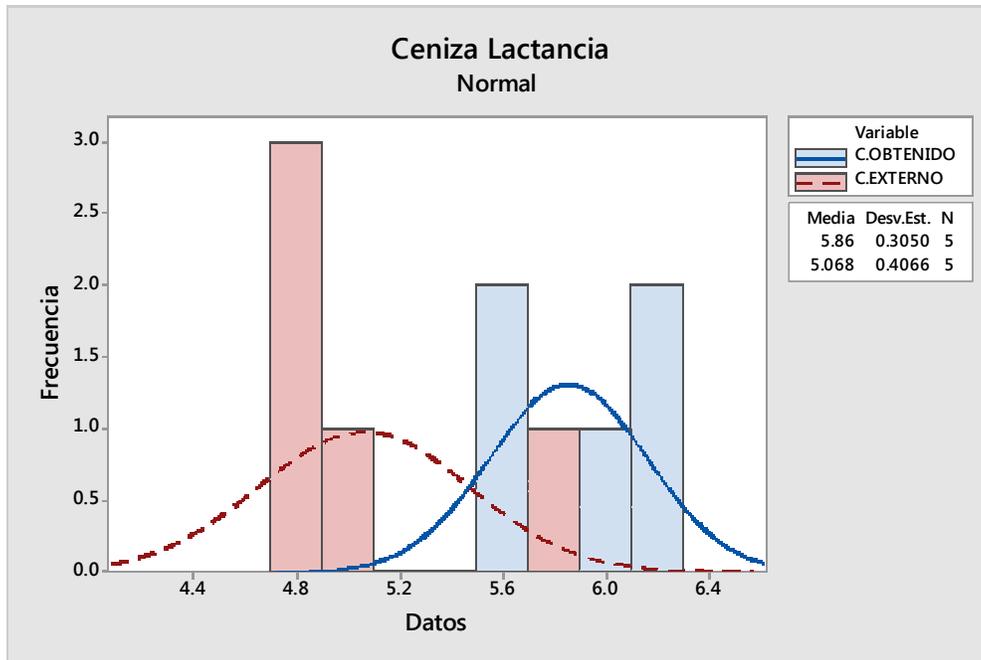


Figura 9.1.6. Parámetros del conjunto de muestras

18.7 Alimento de pollo fase inicial

A continuación se muestra la Tabla 55. Muestra la correlación de los datos de alimento de pollo fase inicial, se exponen todos los resultados obtenidos por la vía experimental y por química húmeda.

	%OB.HUME	%EXT.HUEM	%OB.PROTEI	%EXT.PROTEI	%OB.GRA	%EXT.GRA	%OB.FIB	%EXT.FIB	%OB.CENI	%EXT.CENI
	DAD	DAD	NA	NA	SA	SA	RA	RA	ZA	ZA
	12.8	12.98	20.3	19.56	4.6	4.33	2.2	2.41	4.2	5.28
	12.6	12.86	21.1	19.82	4.6	4.5	2.1	2.26	4.4	5.42
	11.9	12.23	19.5	19.72	4.9	4.74	2	2.41	5.1	5.94
	12.5	13.16	15.3	19.59	2.6	4.58	5.7	2.24	3.6	5.3
	12.6	11.44	21.6	22.91	4.6	4.64	2.3	2.3	4.8	5.44
	12.8	11.75	20.3	20.25	4.7	5.66	2.2	2.38	5	
	12.4	11.35	20.2	24.54	4.1	3.88	1.9	2.62	4.8	1.55
	12.6	11.37	20.7	22.77	4.4	4.6	2.2	2.38	4.9	1.55
PRO	12.53	12.14	19.88	21.15	4.31	4.62	2.58	2.38	4.60	4.35
C.V.	2.29	6.33	9.83	9.25	16.92	10.81	49.29	5.02	10.96	44.28
S.D.	0.29	0.77	1.95	1.96	0.73	0.50	1.27	0.12	0.50	1.93
MIN	11.90	11.35	15.30	19.56	2.60	3.88	1.90	2.24	3.60	1.55
MAX	12.80	13.16	21.60	24.54	4.90	5.66	5.70	2.62	5.10	5.94
2	0.57	1.54	3.91	3.91	1.46	1.00	2.54	0.24	1.01	3.86
S.D.										

Tabla 55. Muestras seleccionadas por los diferentes análisis obtenidos por NIR Y química humedad. (Piña. E 2018)

Se realiza el análisis de resultados obtenidos durante la parte experimental de este proyecto de investigación, la comparación de los métodos para definir si existe diferencia significativa entre el método NIR y el método de referencia por química humedad, para los diferentes nutrientes del alimento y verificar cuál de los dos tiene mayor precisión y exactitud, continuación se muestra el análisis de varianza de cada nutriente.

18.8 Análisis de varianza fase inicial (Humedad).

Como se observa en la tabla 56. El valor de P es mayor que el nivel de significancia, no se puede concluir que existe una correlación estadísticamente significativa entre la viable de respuesta y el término.

Análisis de Varianza					
Fuente	GL	SC	MC	F	P
Regresión	1	0.01242	0.012418	0.02	0.897
Error	6	4.11913	0.686522		
Total	7	4.13155			

Tabla 56. Análisis de varianza fase inicial

18.9 Ecuación de regresión

El valor R^2 es el porcentaje de variación en la respuesta que es explicada por el modelo, mientras mayor sea el valor de R^2 , mejor se ajustará el modelo a los datos, el R^2 siempre está entre 0% y 100%. Tal y como se observa en la figura 9.1.7. El coeficiente del predictor (análisis interno) es de 0.147 el cual nos indica que hay una correlación del 0.3 %, en lo que respecta al valor de R-cuad. (Ajustado) es una medida que incorpora el número de predictor ya que en el resultado fue de 0.0 % en la variación de los datos lo cual indica una correlación muy débil.

$$\text{EXT.HUEMDAD} = 10.30 + 0.147 \text{ OB.HUMEDAD}$$

$$S = 0.828566 \quad R\text{-cuad.} = 0.3\% \quad R\text{-cuad. (Ajustado)} = 0.0\%$$

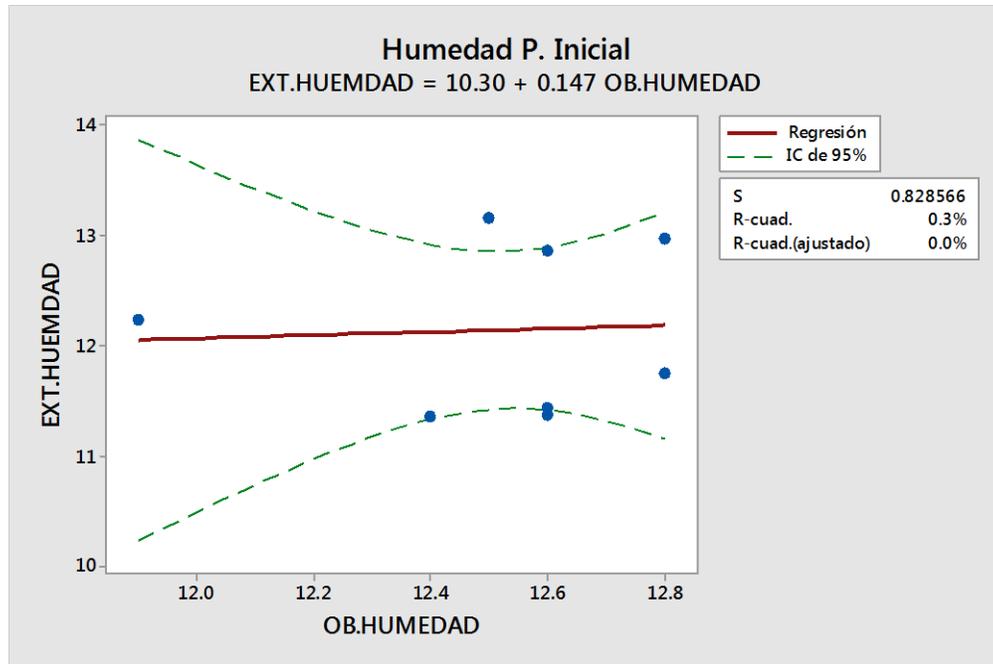


Figura 9.1.7. Análisis de regresión de línea ajustada

19. Estadísticos descriptivos H. Obtenidos Y H. Externos.

En la siguiente figura 9.1.8. Se observa el comportamiento de los diferentes análisis y los parámetros que se utilizaron para la construcción del conjunto de muestras de pollo inicial (humedad), los valores de cada uno de los parámetros tanto por química húmeda como por NIR, en el análisis obtenido se muestra una distribución de translapada sesgada ala izquierda el cual nos indica un sesgo negativo, con una desviación de 0.28 y un sesgo de -1.64, con lo que respecta al análisis externo muestra una distribución de normal con una desviación de 0.76 y un sesgo de 0.27

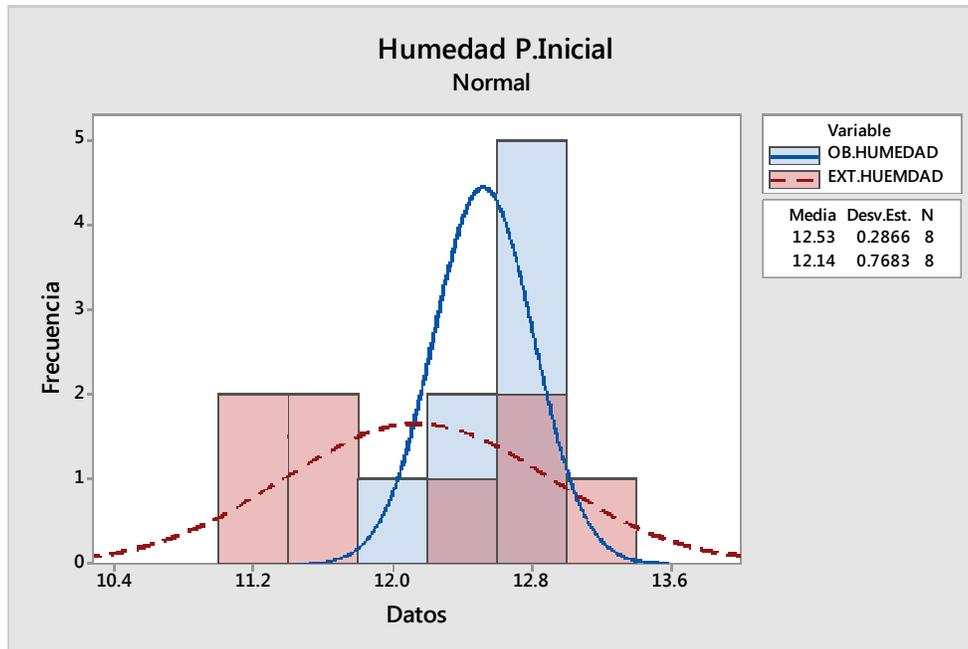


Figura 9.1.8. Parámetros del conjunto de muestra.

19.1 Análisis de varianza de fase inicial (Proteína)

Como se observa en la tabla 57. El valor de P es mayor que el nivel de significancia, no se puede concluir que existe una correlación estadísticamente significativa entre la viable de respuesta y el término.

Análisis de Varianza					
Fuente	GL	SC	MC	F	P
Regresión	1	4.0986	4.09858	1.08	0.338
Error	6	22.7008	3.78347		
Total	7	26.7994			

Tabla 57. Análisis de varianza fase inicial

19.2 Ecuación de regresión

El valor R^2 es el porcentaje de variación en la respuesta que es explicada por el modelo, mientras mayor sea el valor de R^2 , mejor se ajustará el modelo a los datos, el R^2 siempre está entre 0% y 100%. Tal y como se observa en la figura 9.1.9 El coeficiente del predictor (análisis interno) es de 0.3918 el cual nos indica que hay una correlación del 15.3 %, en lo que respecta al valor de R-cuad. (Ajustado) es una medida que incorpora el número de predictor ya que en el resultado fue de 1.2 % en la variación de los datos lo cual indica una correlación muy débil.

$$\text{EXT.PROTEINA} = 13.36 + 0.3918 \text{ OB.PROTEINA}$$

$$S = 1.94511 \quad R\text{-cuad.} = 15.3\% \quad R\text{-cuad. (Ajustado)} = 1.2\%$$

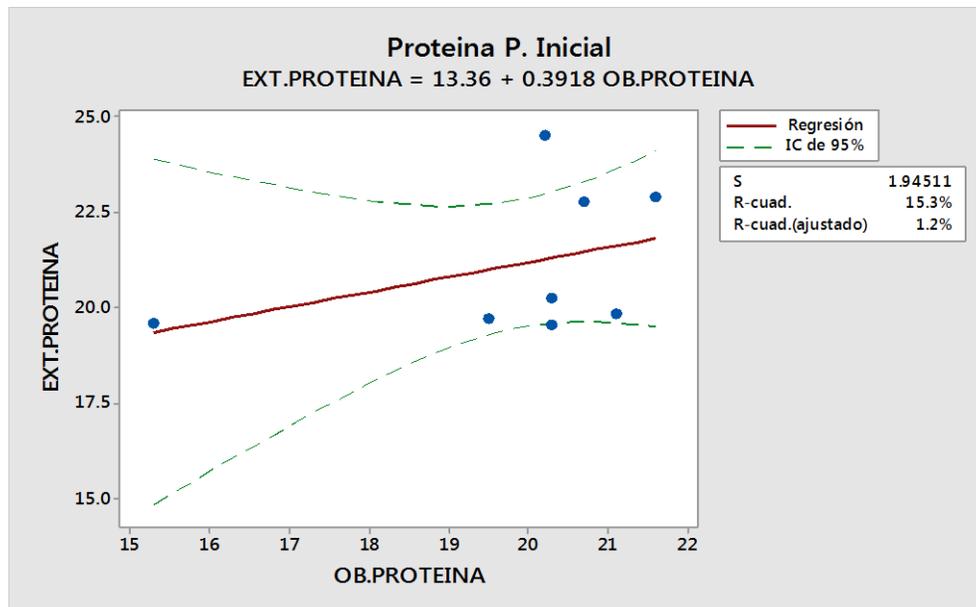


Figura 9.1.9 Análisis de regresión de línea ajustada

19.3 Estadísticos descriptivos de P. Obtenido y P. Externo.

En la siguiente figura 10.1 se observa el comportamiento de los diferentes análisis y los parámetros que se utilizaron para la construcción del conjunto de muestras fase inicial (proteína), los valores de cada uno de los parámetros tanto por química húmeda como por NIR, en el análisis obtenido se muestra una distribución normal con una desviación de 1.93 y un sesgo de -2.25 con lo que respecta al análisis externo se muestra una distribución sesgada ala izquierda el cual nos quiere decir que es un sesgo negativo, con una desviación de 1.95 y un sesgo de 0.90.

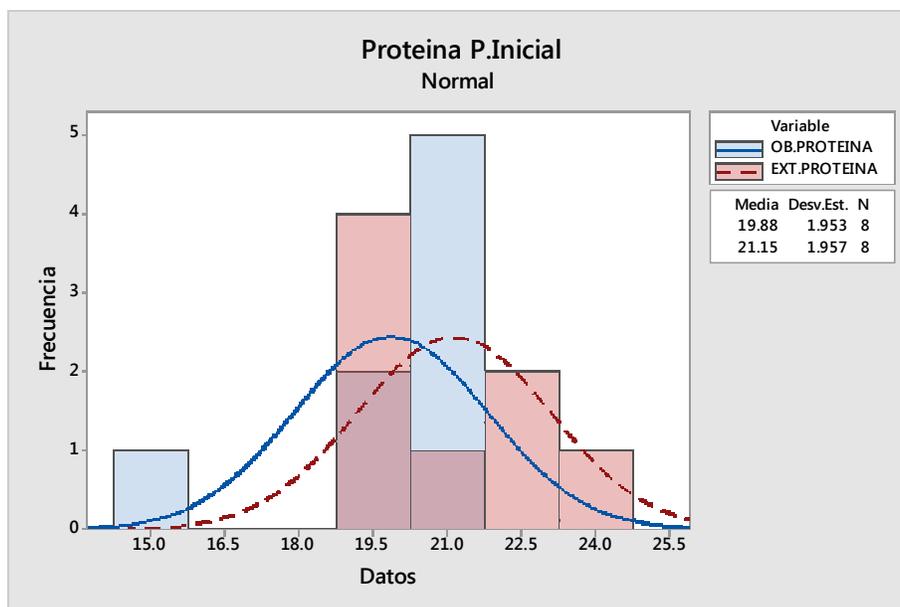


Figura 10.1 Análisis del conjunto de muestras

19.4 Análisis de varianza de fase inicial (Grasa).

Como se observa en la tabla 58. El valor de P es mayor que el nivel de significancia, no se puede concluir que existe una correlación estadísticamente significativa entre la viable de respuesta y el término.

Análisis de Varianza					
Fuente	GL	SC	MC	F	P
Regresión	1	0.09190	0.091898	0.33	0.585
Error	6	1.65249	0.275415		
Total	7	1.74439			

Tabla 58. Análisis de varianza de fase inicial.

19.5 Ecuación de regresión

El valor R^2 es el porcentaje de variación en la respuesta que es explicada por el modelo, mientras mayor sea el valor de R^2 , mejor se ajustará el modelo a los datos, el R^2 siempre está entre 0% y 100%. Tal y como se observa en la figura 10.2 El coeficiente del predictor (análisis interno) es de 0.1570 el cual nos indica que hay una correlación del 5.3 %, en lo que respecta al valor de R-cuad. (Ajustado) es una medida que incorpora el número de predictor ya que en el resultado fue de 0.0 % en la variación de los datos lo cual indica una correlación muy débil.

$$\text{EXT.GRASA} = 3.939 + 0.1570 \text{ OB.GRASA}$$

$$S = 0.524800 \quad R\text{-cuad.} = 5.3\% \quad R\text{-cuad. (Ajustado)} = 0.0\%$$

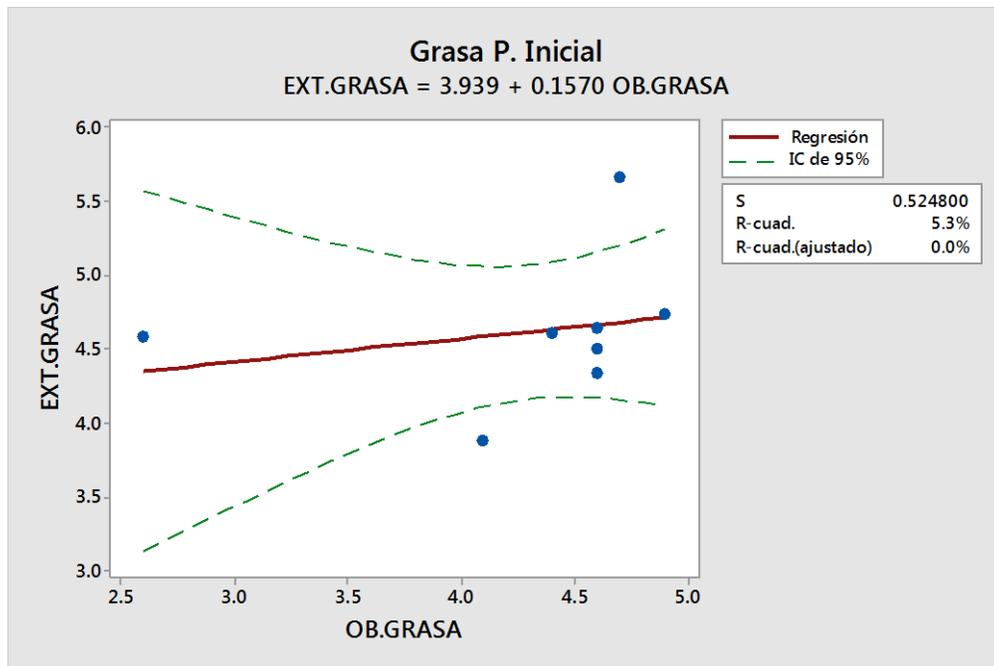


Figura 10.2. Análisis de regresión de línea justada

19.6 Estadísticos descriptivos G. Obtenido y G. Externo.

En la siguiente figura 10.3. Se observa el comportamiento de los diferentes análisis y los parámetros que se utilizaron para la construcción del conjunto de muestras pollo inicial (grasa), los valores de cada uno de los parámetros tanto por química húmeda como por NIR. En el análisis obtenido muestra una distribución normal con una desviación de 0.72, con un sesgo de -2.30, respecto al análisis externo se observa una distribución sesgada ala izquierda, nos quiere decir que es un sesgo negativo, con una desviación de 0.49 y un sesgo de 1.09.

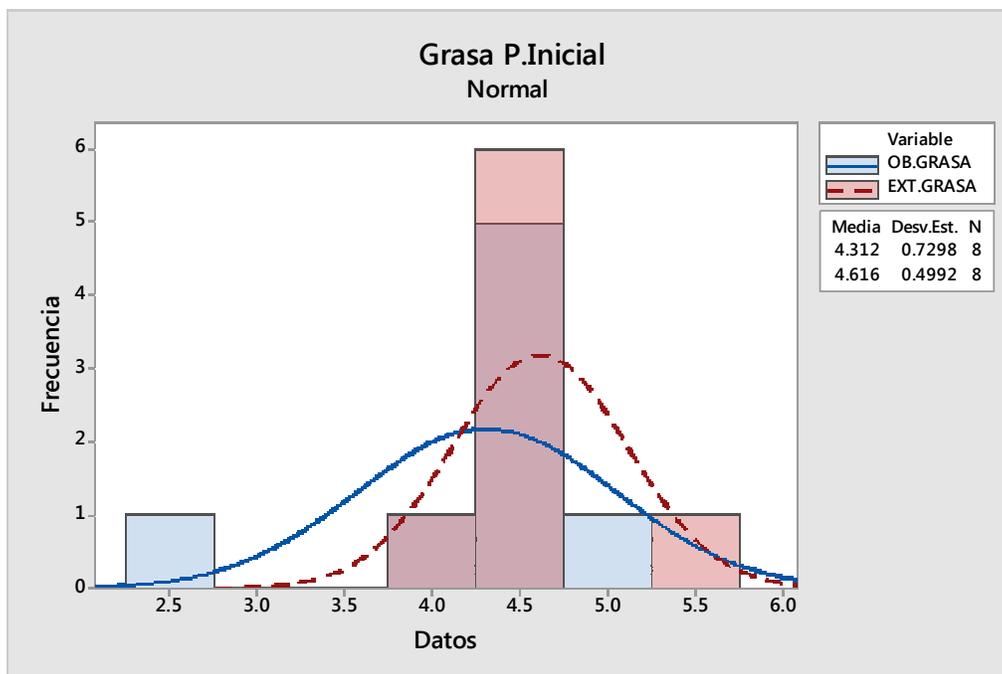


Figura 10.3 Análisis del conjunto de muestras.

19.7 Análisis de varianza de fase inicial (Fibra)

Como se observa en la tabla 59. El valor de P es mayor que el nivel de significancia, no se puede concluir que existe una correlación estadísticamente significativa entre la viable de respuesta y el término.

Análisis de Varianza					
Fuente	GL	SC	MC	F	P
Regresión	1	0.0267318	0.0267318	2.20	0.188
Error	6	0.0728682	0.0121447		
Total	7	0.0996000			

Tabla 59. Análisis de varianza de fase inicial.

19.8 Ecuación de regresión

El valor R^2 es el porcentaje de variación en la respuesta que es explicada por el modelo, mientras mayor sea el valor de R^2 , mejor se ajustará el modelo a los datos, el R^2 siempre está entre 0% y 100%. Tal y como se observa en la figura 10.4. El coeficiente del predictor (análisis interno) es de 0.04869 el cual nos indica que hay una correlación del 26.8 %, en lo que respecta al valor de R-cuad. (Ajustado) es una medida que incorpora el número de predictor ya que en el resultado fue de 14.6 % en la variación de los datos lo cual indica una correlación muy débil.

$$\text{EXT.FIBRA} = 2.500 - 0.04869 \text{ OB.FIBRA}$$

$$S = 0.110203 \quad R\text{-cuad.} = 26.8\% \quad R\text{-cuad. (Ajustado)} = 14.6\%$$

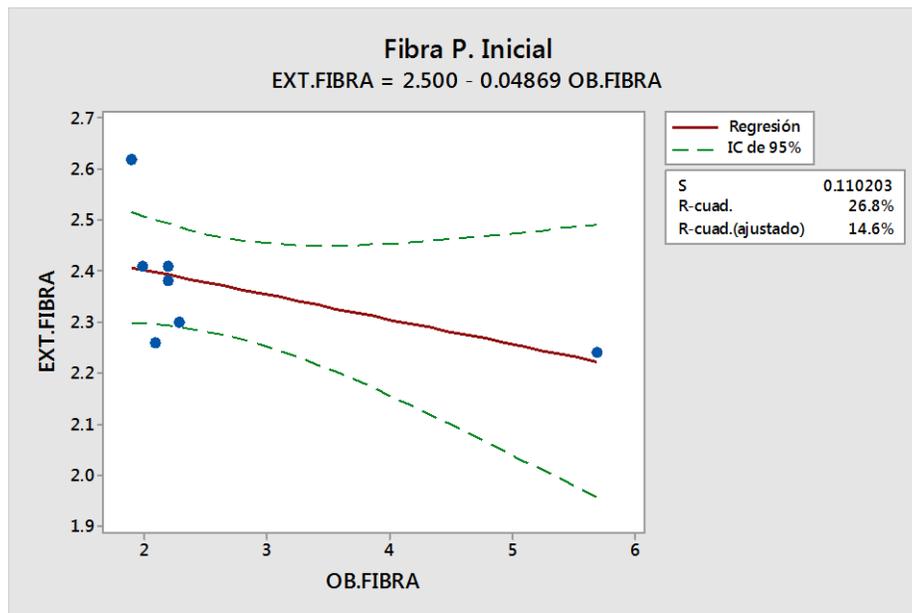


Figura 10.4. Análisis de regresión de línea ajustada

19.9 Estadísticos descriptivos F. Obtenidos y F. Externos

En la siguiente figura 10.5. Se observa el comportamiento de los diferentes análisis y los parámetros que se utilizaron para la construcción del conjunto de muestras de fase inicial (fibra), los valores de cada uno de los parámetros tanto por química húmeda como por NIR, en el análisis obtenido se muestra una distribución normal con una desviación de 1.26 con un sesgo de 2.77, con lo que respecta al análisis externo muestra una distribución translapada con una desviación de 0.11, con un sesgo de 1.17.

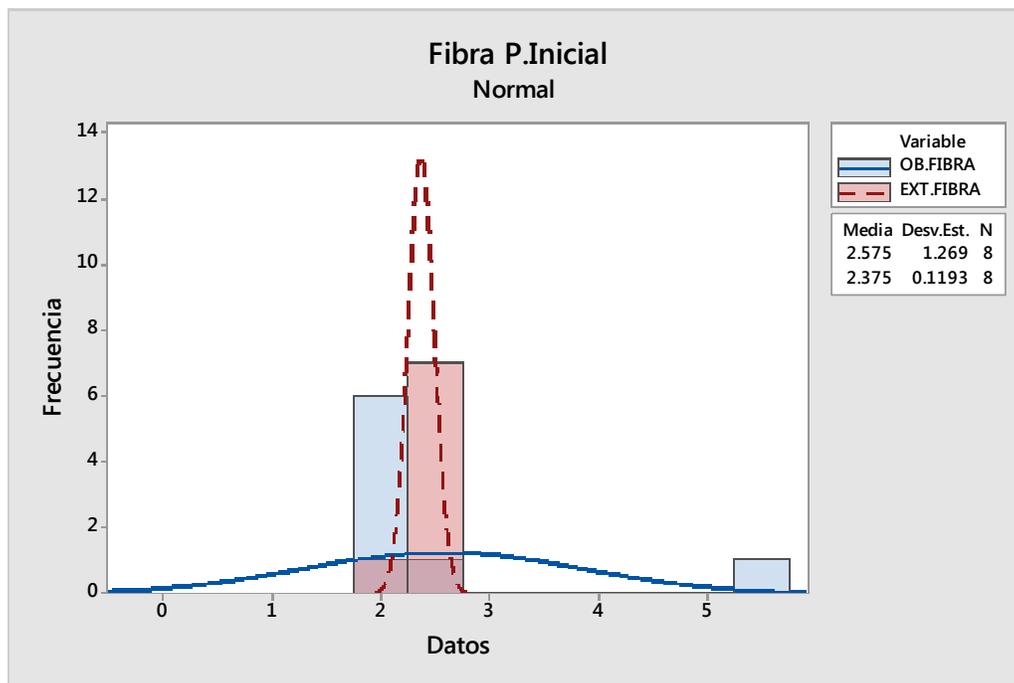


Figura 10.5. Análisis del conjunto de muestras

20. Análisis de varianza (Ceniza)

Se observa que el valor de P es mayor que el nivel de significancia, no se puede concluir que existe una correlación estadísticamente significativa entre la viable de respuesta y el término. Tal como se muestra en la tabla 60.

Análisis de Varianza					
Fuente	GL	SC	MC	F	P
Regresión	1	2.3112	2.31121	0.58	0.481
Error	5	19.9972	3.99943		
Total	6	22.3084			

Tabla 60. Análisis de varianza fase inicial.

20.1 Ecuación de regresión

El valor R^2 es el porcentaje de variación en la respuesta que es explicada por el modelo, mientras mayor sea el valor de R^2 , mejor se ajustará el modelo a los datos, el R^2 siempre está entre 0% y 100%. Tal y como se observa en la figura 10.6. El coeficiente del predictor (análisis interno) es de 1.203 el cual nos indica que hay una correlación del 10.4 %, en lo que respecta al valor de R-cuad. (Ajustado) es una medida que incorpora el número de predictor ya que en el resultado fue de 0.0 % en la variación de los datos lo cual indica una correlación muy débil.

$$\text{EXT.CENIZA} = 9.819 - 1.203 \text{ OB.CENIZA}$$

$$S = 1.99986 \quad R\text{-cuad.} = 10.4\% \quad R\text{-cuad. (Ajustado)} = 0.0\%$$

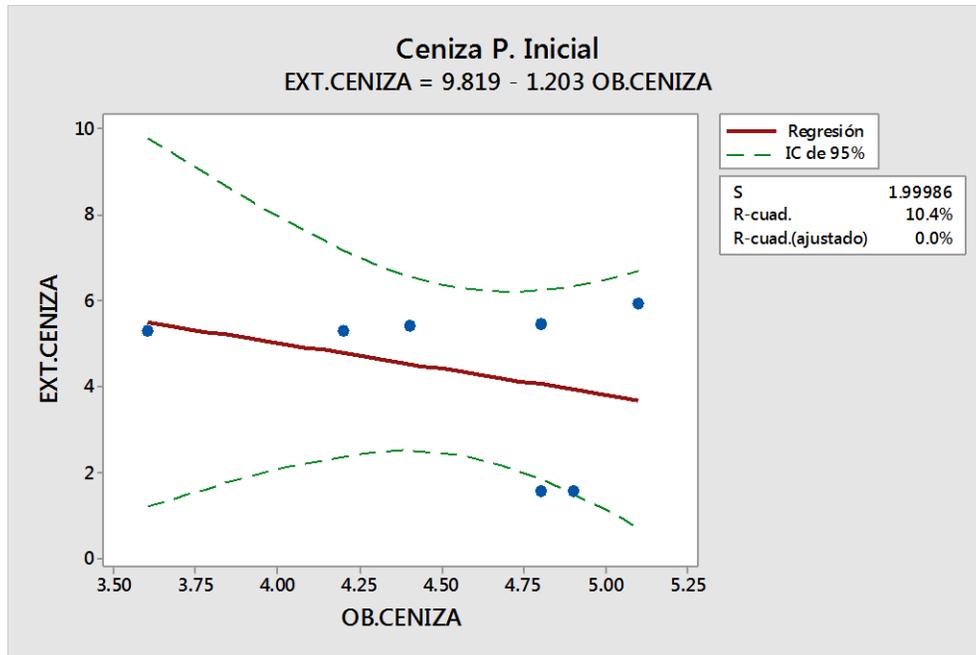


Figura 10.6. Análisis de regresión de línea ajustada

20.2 Estadísticos descriptivos de C. Obtenido y C. Externo.

En la siguiente figura 10.9. Se observa el comportamiento de los diferentes análisis y los parámetros que se utilizaron para la construcción del conjunto de muestras fase inicial (ceniza), los valores de cada uno de los parámetros tanto por química húmeda como por NIR. En el análisis obtenido se muestra una distribución translapada con una desviación de 0.50 y un sesgo de -1.25, con respecto al análisis externo se muestra una distribución normal con una desviación de 1.98 con un sesgo -1.17.

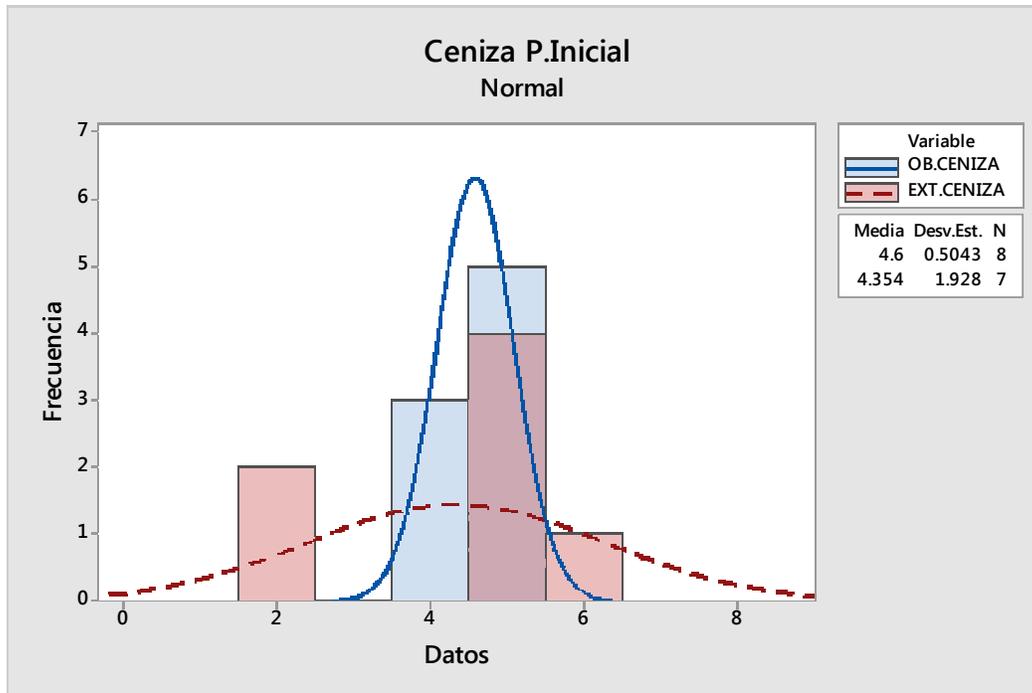


Figura 10.9. Análisis del conjunto de muestras.

20.3 Alimento de pollo fase crecimiento.

A continuación se muestra la Tabla 61. Muestra la correlación de los datos de alimento de pollo fase inicial, se exponen todos los resultados obtenidos por la vía experimental y por química húmeda.

	%OB.HUME	%EXT.HUEM	%OB.PROTEI	%EXT.PROTEI	%OB.GRA	%EXT.GRA	%OB.FIB	%EXT.FIB	%OB.CENI	%EXT.CENI
	DAD	DAD	NA	NA	SA	SA	RA	RA	ZA	ZA
	12.3	12.9	19.2	18	6	6.01	1.8	2.63	4.5	4.99
	12.7	13.25	19.8	17.78	5.7	5.68	1.9	2.61	4.8	5.29
	13	13.42	19.7	18.91	5.4	5.22	1.9	2.22	4.2	5.37
	13	13.54	20.4	17.8	5.3	5.57	2	2.56	4.2	5.41
	12.8	13.34	21.2	19.85	5.9	5.66	2.1	2.38	4.4	4.89
	12.3	11.65	20.1	22.12	5.9	5.66	2.2	2.2	5	4.71
	12.6	11.58	21.2	22.15	5.1	6.45	2.4	2.51	4.6	
	11.8	10.83	19.7	20.73	5.9	6.82	2.2	2.45	4.5	4.03
	11.7	11.17	18.7	19.56	6.3	6.45	2	2.91	4.9	4.03
	11.2	10.51	20.5	12.5	6	6.52	2.2	2.91	4.6	5.17
PRO	12.34	12.22	20.05	18.94	5.75	6.00	2.07	2.54	4.57	4.88
C.V.	4.90	9.70	4.01	14.71	6.47	8.73	8.83	9.65	5.93	10.90
S.D.	0.60	1.19	0.80	2.79	0.37	0.52	0.18	0.24	0.27	0.53
MIN	11.20	10.51	18.70	12.50	5.10	5.22	1.80	2.20	4.20	4.03
MA	13.00	13.54	21.20	22.15	6.30	6.82	2.40	2.91	5.00	5.41
X										
2	1.21	2.37	1.61	5.57	0.74	1.05	0.37	0.49	0.54	1.06
S.D.										

Tabla 61. Muestras seleccionadas por los diferentes análisis obtenidos por NIR Y química humedad. (Piña. E 2018)

Se realiza el análisis de resultados obtenidos durante la parte experimental de este proyecto de investigación, la comparación de los métodos para definir si existe diferencia significativa entre el método NIR y el método de referencia por química humedad, para los diferentes nutrientes del alimento y verificar cuál de los dos tiene mayor precisión y exactitud, continuación se muestra el análisis de varianza de cada nutriente.

20.4 Análisis de varianza fase crecimiento (Humedad).

Como se observa en la tabla 62. El valor de P es menor que el nivel de significancia, se puede concluir que existe una correlación entre la viable de respuesta y el término.

Análisis de Varianza					
Fuente	GL	SC	MC	F	P
Regresión	1	10.0692	10.0692	31.17	0.001
Error	8	2.5841	0.3230		
Total	9	12.6533			

Tabla 62. Análisis de varianza fase inicial

20.5 Ecuación de regresión

El valor R^2 es el porcentaje de variación en la respuesta que es explicada por el modelo, mientras mayor sea el valor de R^2 , mejor se ajustará el modelo a los datos, el R^2 siempre está entre 0% y 100%. Tal y como se observa en la figura 11.1 El coeficiente del predictor (análisis interno) es de 1.751 el cual nos indica que hay una correlación del 79.6 %, en lo que respecta al valor de R-cuad. (Ajustado) es una medida que incorpora el número de predictor ya que en el resultado fue de 77.0 % en la variación de los datos lo cual indica una correlación positiva.

$$\text{EXT.HUEMDAD} = - 9.389 + 1.751 \text{ OB.HUMEDAD}$$

$$S = 0.568346 \quad R\text{-cuad.} = 79.6\% \quad R\text{-cuad. (Ajustado)} = 77.0\%$$

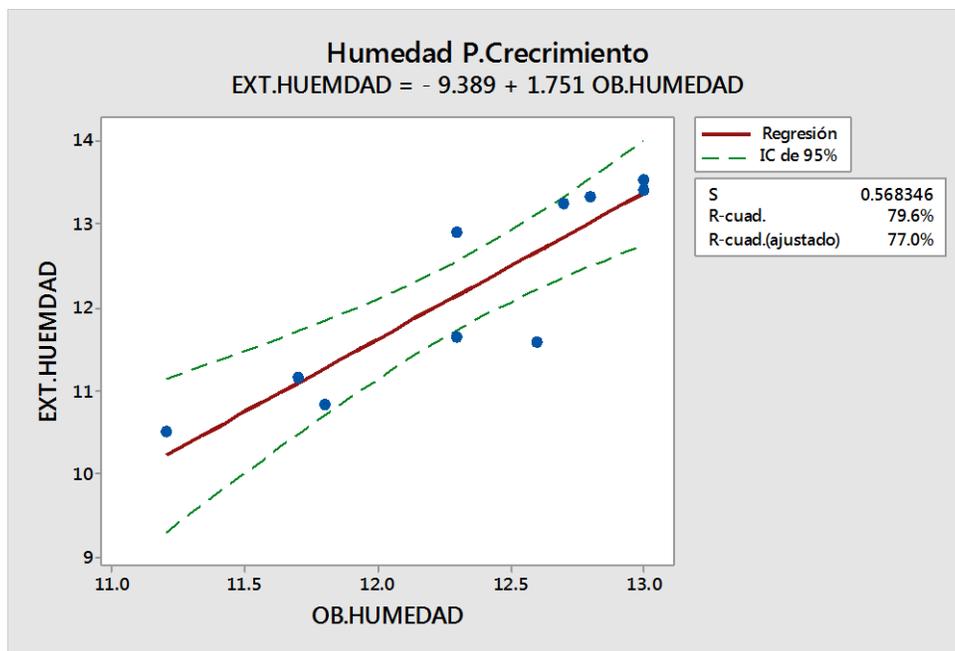


Figura 11.1 Análisis de regresión de línea ajustada

20.6 Estadísticos descriptivos H. Obtenidos Y H. Externos.

En la siguiente figura 11.2. Se observa el comportamiento de los diferentes análisis y los parámetros que se utilizaron para la construcción del conjunto de muestras de pollo inicial (humedad), los valores de cada uno de los parámetros tanto por química húmeda como por NIR, en el análisis obtenido se muestra una distribución de translapada, con una desviación de 0.60 y un sesgo de -0.73, con lo que respecta al análisis externo muestra una distribución de normal con una desviación de 1.18 y un sesgo de -0.20.

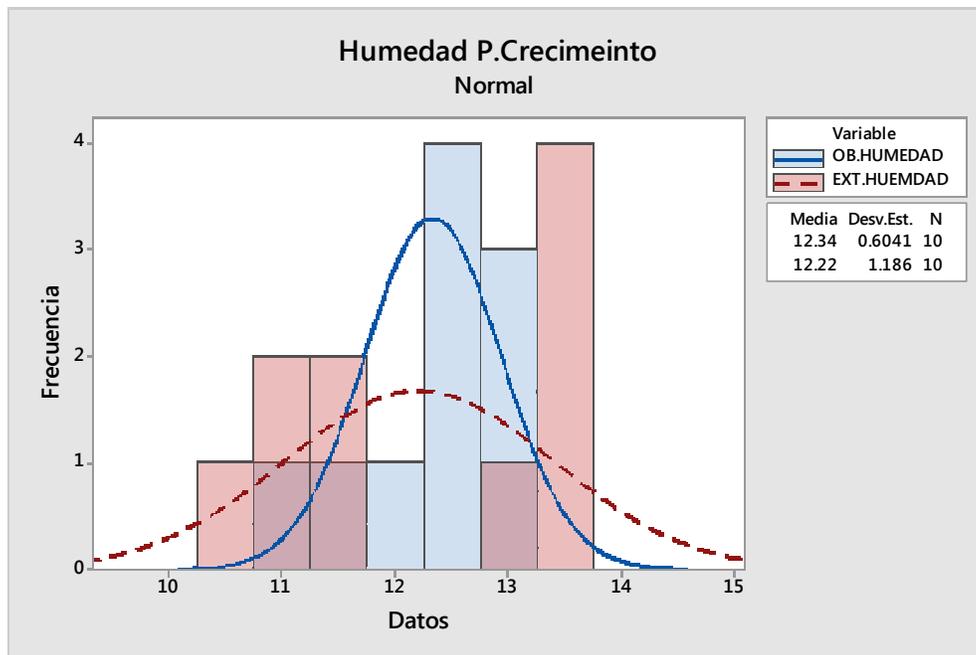


Figura 11.2. Parámetros del conjunto de muestra.

20.7 Análisis de varianza de fase crecimiento (Proteína)

Como se observa en la tabla 63. El valor de P es mayor que el nivel de significancia, no se puede concluir que existe una correlación estadísticamente significativa entre la viable de respuesta y el término.

Análisis de Varianza					
Fuente	GL	SC	MC	F	P
Regresión	1	0.2623	0.26227	0.03	0.866
Error	8	69.5741	8.69677		
Total	9	69.8364			

Tabla 63. Análisis de varianza fase crecimiento.

20.8 Ecuación de regresión

El valor R^2 es el porcentaje de variación en la respuesta que es explicada por el modelo, mientras mayor sea el valor de R^2 , mejor se ajustará el modelo a los datos, el R^2 siempre está entre 0% y 100%. Tal y como se observa en la figura 11.3. El coeficiente del predictor (análisis interno) es de 0.212 el cual nos indica que hay una correlación del 0.4 %, en lo que respecta al valor de R-cuad. (Ajustado) es una medida que incorpora el número de predictor ya que en el resultado fue de 0.0 % en la variación de los datos lo cual indica una correlación muy débil.

$$\text{EXT.PROTEINA} = 14.69 + 0.212 \text{ OB.PROTEINA}$$

$$S = 2.94903 \quad R\text{-cuad.} = 0.4\% \quad R\text{-cuad. (Ajustado)} = 0.0\%$$

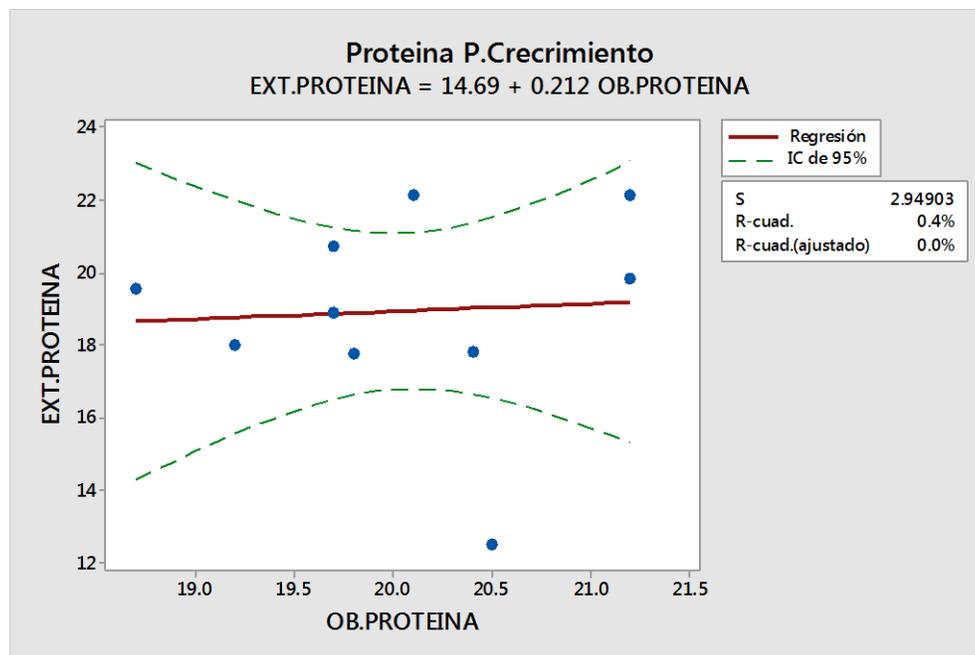


Figura 11.3. Análisis de regresión lineal de línea ajustada

20.9 Estadísticos descriptivos P. Obtenidos Y P. Externos.

En la siguiente figura 11.4. Se observa el comportamiento de los diferentes análisis y los parámetros que se utilizaron para la construcción del conjunto de muestras de pollo inicial (humedad), los valores de cada uno de los parámetros tanto por química húmeda como por NIR, en el análisis obtenido se muestra una distribución de translapada sesgada ala izquierda el cual nos indica un sesgo negativo, con una desviación de 0.80 y un sesgo de 0.00, con lo que respecta al análisis externo muestra una distribución de normal con una desviación de 2.78 y un sesgo de -1.28.

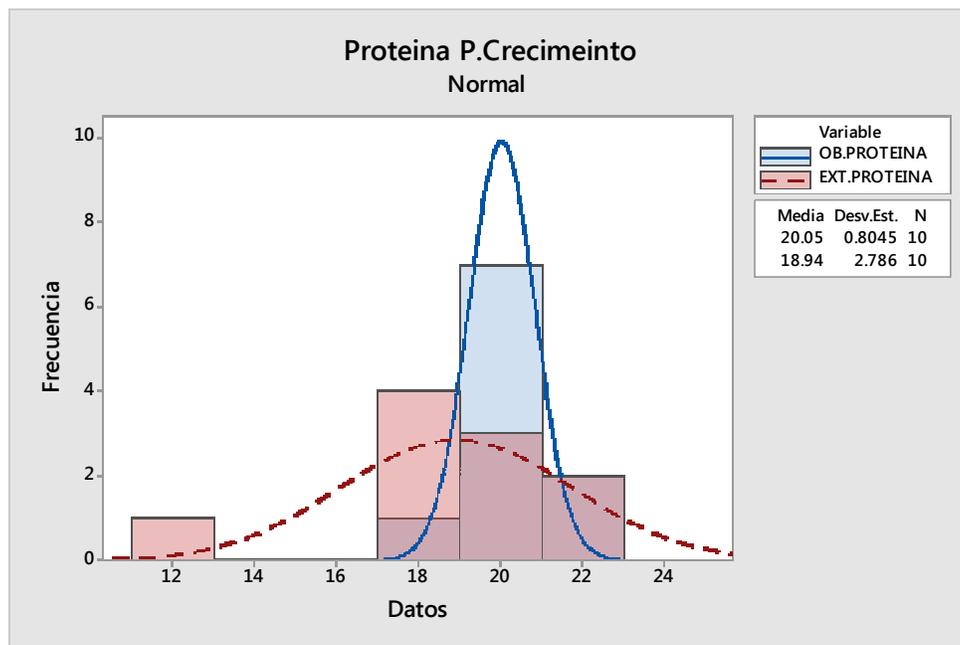


Figura 11.4. Análisis de regresión de línea ajustada.

30. Análisis de varianza fase crecimiento (Grasa).

Como se observa en la tabla 64. El valor de P es mayor que el nivel de significancia, no se puede concluir que existe una correlación estadísticamente significativa entre la viable de respuesta y el término.

Análisis de Varianza					
Fuente	GL	SC	MC	F	P
Regresión	1	0.28055	0.280547	1.02	0.341
Error	8	2.19409	0.274262		
Total	9	2.47464			

Tabla 64. Análisis de varianza fase crecimiento.

30.1 Ecuación de regresión

El valor R^2 es el porcentaje de variación en la respuesta que es explicada por el modelo, mientras mayor sea el valor de R^2 , mejor se ajustará el modelo a los datos, el R^2 siempre está entre 0% y 100%. Tal y como se observa en la figura 11.5. El coeficiente del predictor (análisis interno) es de 0.4747 el cual nos indica que hay una correlación del 11.3 %, en lo que respecta al valor de R-cuad. (Ajustado) es una medida que incorpora el número de predictor ya que en el resultado fue de 0.3 % en la variación de los datos lo cual indica una correlación muy débil.

$$\text{EXT.GRASA} = 3.274 + 0.4747 \text{ OB.GRASA}$$

$$S = 0.523700 \quad R\text{-cuad.} = 11.3\% \quad R\text{-cuad. (Ajustado)} = 0.3\%$$

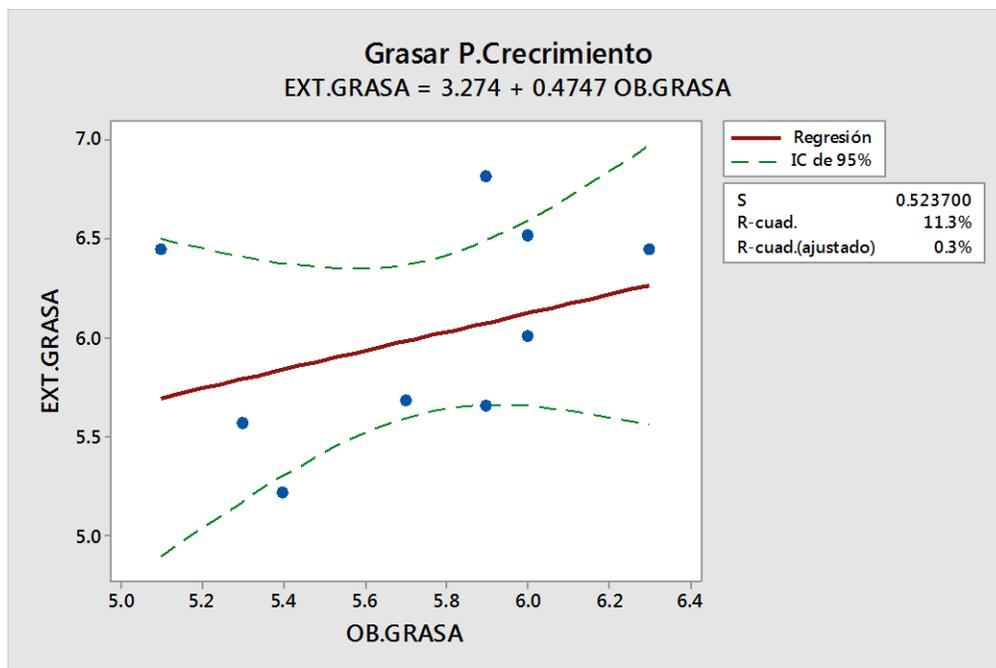


Figura 11.5. Análisis de regresión de línea ajustada

30.2 Estadísticos descriptivos G. Obtenidos Y G. Externos.

En la siguiente figura 11.6. Se observa el comportamiento de los diferentes análisis y los parámetros que se utilizaron para la construcción del conjunto de muestras de pollo inicial (humedad), los valores de cada uno de los parámetros tanto por química húmeda como por NIR, en el análisis obtenido se muestra una distribución de sesgada a la derecha el cual nos indica un sesgo positivo, con una desviación de 0.37 y un sesgo de -0.54, con lo que respecta al análisis externo muestra una distribución de normal con una desviación de 0.52 y un sesgo de 0.17.

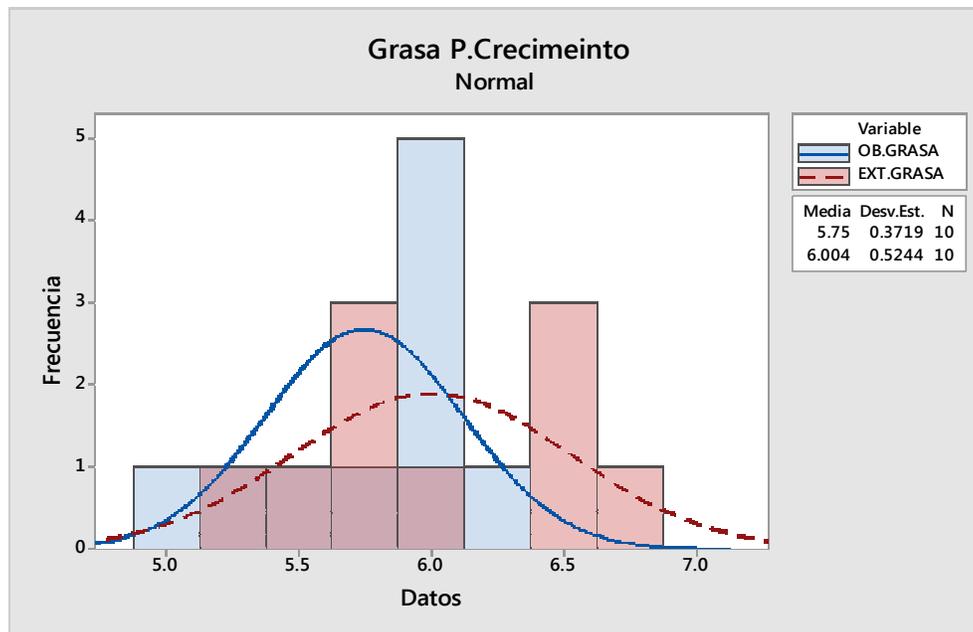


Figura 11.6. Análisis del conjunto de muestras

30.3 Análisis de varianza fase crecimiento (Fibra).

Como se observa en la tabla 65. El valor de P es mayor que el nivel de significancia, no se puede concluir que existe una correlación estadísticamente significativa entre la viable de respuesta y el término.

Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC	MC	F	P
Regresión	1	0.003317	0.0033175	0.05	0.830
Error	8	0.536443	0.0670553		
Total	9	0.539760			

Tabla 65 Análisis de varianza de fase crecimiento.

30.4 Ecuación de regresión

El valor R^2 es el porcentaje de variación en la respuesta que es explicada por el modelo, mientras mayor sea el valor de R^2 , mejor se ajustará el modelo a los datos, el R^2 siempre está entre 0% y 100%. Tal y como se observa en la figura 11.7. El coeficiente del predictor (análisis interno) es de 0.1050 el cual nos indica que hay una correlación del 0.6 %, en lo que respecta al valor de R-cuad. (Ajustado) es una medida que incorpora el número de predictor ya que en el resultado fue de 0.0 % en la variación de los datos lo cual indica una correlación muy débil.

$$\text{EXT.FIBRA} = 2.755 - 0.1050 \text{ OB.FIBRA}$$

$$S = 0.258950 \quad R\text{-cuad.} = 0.6\% \quad R\text{-cuad. (Ajustado)} = 0.0\%$$

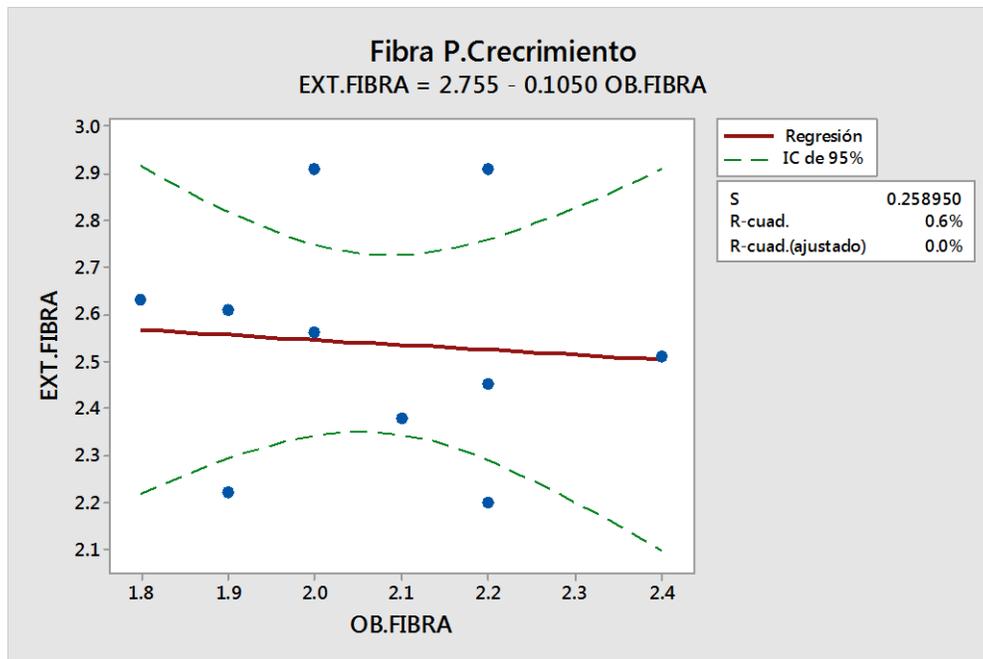


Figura 11.7. Análisis de regresión de línea ajustada

30.5 Estadísticos descriptivos F. Obtenidos Y F. Externos.

En la siguiente figura 11.8 Se observa el comportamiento de los diferentes análisis y los parámetros que se utilizaron para la construcción del conjunto de muestras de pollo inicial (humedad), los valores de cada uno de los parámetros tanto por química húmeda como por NIR, en el análisis obtenido se muestra una distribución sesgada a la derecha el cual nos indica un sesgo positivo, con una desviación de 0.18 y un sesgo de 0.28, con lo que respecta al análisis externo muestra una distribución de normal con una desviación de 0.24 y un sesgo de 0.27.

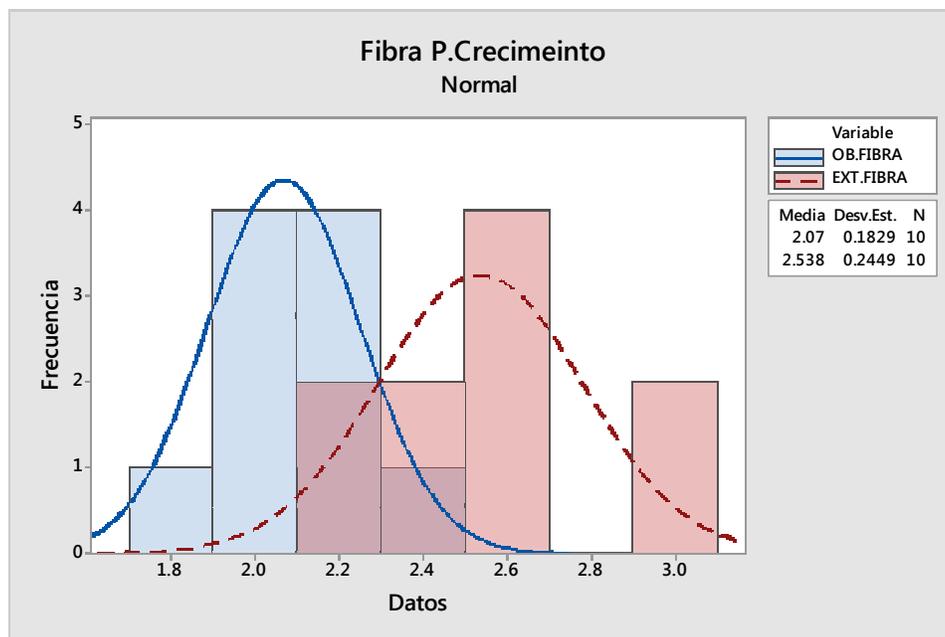


Figura 11.8 Análisis del conjunto de muestras

30.6 Análisis de varianza fase crecimiento (Ceniza).

Como se observa en la tabla 66. El valor de P es mayor que el nivel de significancia, no se puede concluir que existe una correlación estadísticamente significativa entre la viable de respuesta y el término.

Análisis de Varianza					
Fuente	GL	SC	MC	F	P
Regresión	1	0.50619	0.506188	2.02	0.198
Error	7	1.75301	0.250430		
Total	8	2.25920			

Tabla 66. Análisis de varianza fase crecimiento

30.7 Ecuación de regresión

El valor R^2 es el porcentaje de variación en la respuesta que es explicada por el modelo, mientras mayor sea el valor de R^2 , mejor se ajustará el modelo a los datos, el R^2 siempre está entre 0% y 100%. Tal y como se observa en la figura 11.9. El coeficiente del predictor (análisis interno) es de 0.8758 el cual nos indica que hay una correlación del 22.4 %, en lo que respecta al valor de R-cuad. (Ajustado) es una medida que incorpora el número de predictor ya que en el resultado fue de 11.3 % en la variación de los datos lo cual indica una correlación muy débil.

$$\text{EXT.CENIZA} = 8.876 - 0.8758 \text{ OB.CENIZA}$$

$$S = 0.500430 \quad R\text{-cuad.} = 22.4\% \quad R\text{-cuad. (Ajustado)} = 11.3\%$$

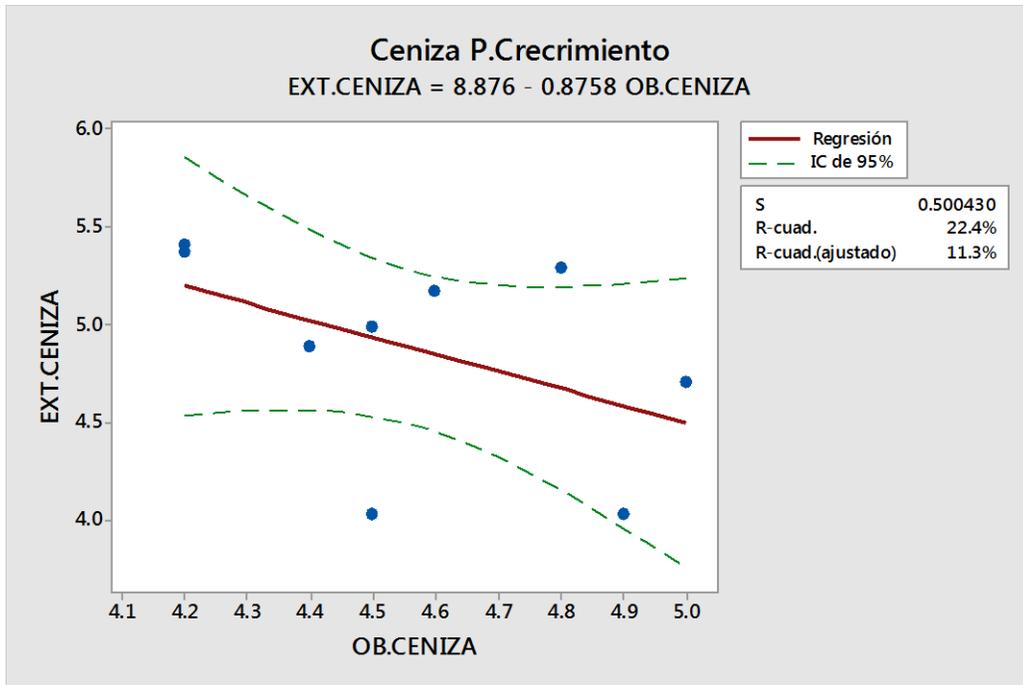


Figura 11.9. Análisis de regresión de línea ajustada

30.8 Estadísticos descriptivos C. Obtenidos Y C. Externos.

En la siguiente figura 12.1 Se observa el comportamiento de los diferentes análisis y los parámetros que se utilizaron para la construcción del conjunto de muestras de pollo inicial (humedad), los valores de cada uno de los parámetros tanto por química húmeda como por NIR, en el análisis obtenido se muestra una distribución sesgada a la derecha el cual nos indica un sesgo positivo, con una desviación de 0.27 y un sesgo de 0.14, con lo que respecta al análisis externo muestra una distribución de normal con una desviación de 0.53 y un sesgo de -0.91.

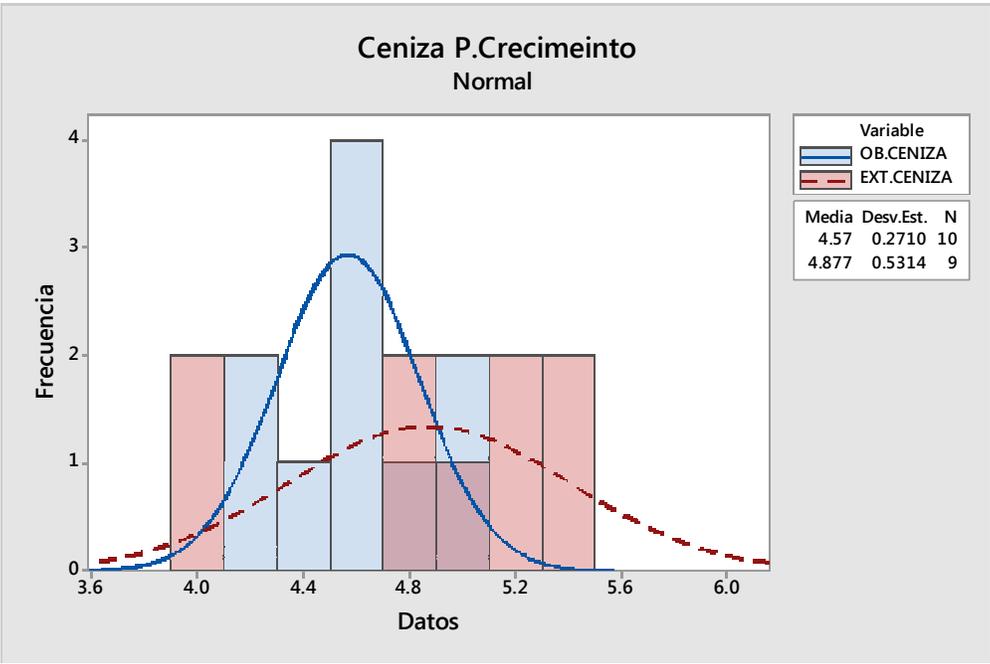


Figura 12.1. Análisis del conjunto de muestras.

30.9 Alimento de pollo fase final 1

A continuación se muestra la Tabla 67. Muestra la correlación de los datos de alimento de pollo fase inicial, se exponen todos los resultados obtenidos por la vía experimental y por química húmeda.

	OB.HUMEDA	EXT.HUEMDA	OB.PROTEIN	EXT.PROTEIN	OB.GRAS	EXT.GRAS	OB.FIBR	EXT.FIBR	OB.CENIZ	EXT.CENIZ
	D	D	A	A	A	A	A	A	A	A
	12.3	12.92	18.8	17.46	6.2	5.54	1.7	2.52	4.88	5.74
	12.7	13.38	19.1	19.1	6.1	6.02	1.7	2.5	4.3	5.16
	12.8	13.51	18.8	16.63	5.9	5.94	1.9	2.16	4.3	5.22
	12	11.95	19.2	18.8	6.6	6.76	1.9	2.72	4.2	5.33
	13	12.21	19.6	17.54	5.5	6.33	2	2.61	4.5	5.28
	12.5	12.6	20.3	20.4	6.4	6.4	2.1	2	4.7	4.5
	12.6	12.4	19.3	20.12	6.6	6.55	2.3	2.36	4.9	
	12	11.22	19.7	19.94	6.4	7.06	1.9	2.64	4.7	
	11.6	10.89	19.2	12.5	5.8	6.93	2	2.9	4.7	4.87
PRO	12.39	12.34	19.33	18.05	6.17	6.39	1.94	2.49	4.58	5.16
C.V.	3.64	7.24	2.45	13.63	6.12	7.76	9.66	11.22	5.69	7.52
S.D.	0.45	0.89	0.47	2.46	0.38	0.50	0.19	0.28	0.26	0.39
MIN	11.60	10.89	18.80	12.50	5.50	5.54	1.70	2.00	4.20	4.50
MAX	13.00	13.51	20.30	20.40	6.60	7.06	2.30	2.90	4.90	5.74
2	0.90	1.79	0.95	4.92	0.75	0.99	0.38	0.56	0.52	0.78
S.D.										

Tabla 67. Muestras seleccionadas por los diferentes análisis obtenidos por NIR Y química humedad. (Piña. E 2018)

Se realiza el análisis de resultados obtenidos durante la parte experimental de este proyecto de investigación, la comparación de los métodos para definir si existe diferencia significativa entre el método NIR y el método de referencia por química humedad, para los diferentes nutrientes del alimento y verificar cuál de los dos tiene mayor precisión y exactitud, continuación se muestra el análisis de varianza de cada nutriente.

40. Análisis de varianza fase final 1 (Humedad).

Como se observa en la tabla 68. El valor de P es mayor que el nivel de significancia, se puede concluir que no existe una correlación entre la viable de respuesta y el término.

Análisis de Varianza					
Fuente	GL	SC	MC	F	P
Regresión	1	3.67367	3.67367	9.49	0.018
Error	7	2.71028	0.38718		
Total	8	6.38396			

Tabla 68. Análisis de varianza fase final 1

40.1 Ecuación de regresión

El valor R^2 es el porcentaje de variación en la respuesta que es explicada por el modelo, mientras mayor sea el valor de R^2 , mejor se ajustará el modelo a los datos, el R^2 siempre está entre 0% y 100%. Tal y como se observa en la figura 12.2. El coeficiente del predictor (análisis interno) es de 1.502 el cual nos indica que hay una correlación del 57.5 %, en lo que respecta al valor de R-cuad. (Ajustado) es una medida que incorpora el número de predictor ya que en el resultado fue de 51.5 % en la variación de los datos lo cual indica una correlación positiva.

$$\text{EXT.HUEMDAD} = - 6.263 + 1.502 \text{ OB.HUMEDAD}$$

$$S = 0.622241 \quad R\text{-cuad.} = 57.5\% \quad R\text{-cuad. (Ajustado)} = 51.5\%$$

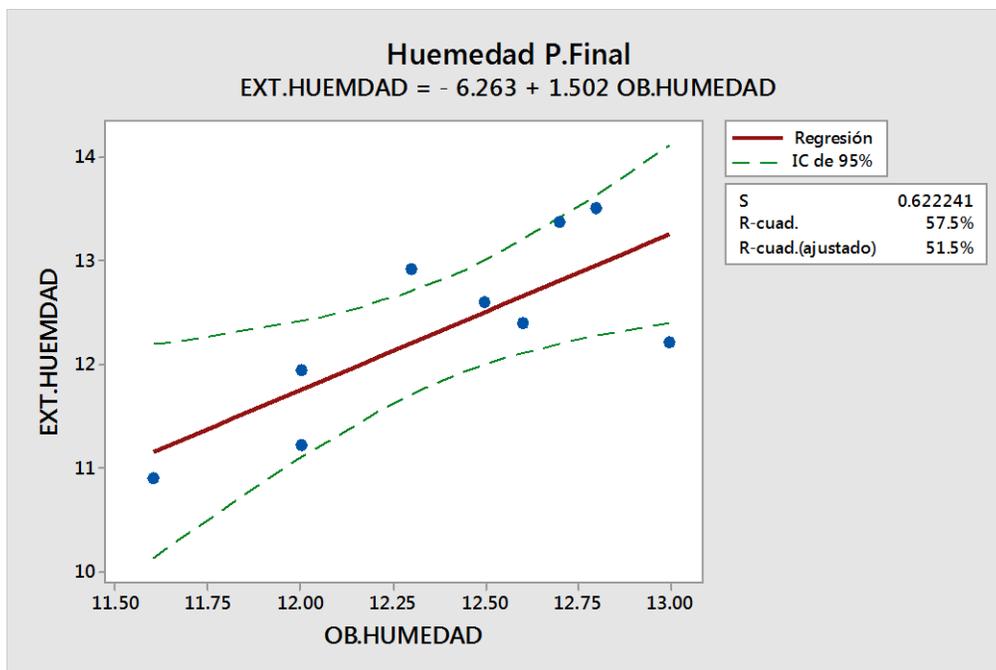


Figura 12.2. Análisis de regresión de línea ajustada

40.2 Estadísticos descriptivos H. Obtenidos Y H. Externos.

En la siguiente figura 12.3. Se observa el comportamiento de los diferentes análisis y los parámetros que se utilizaron para la construcción del conjunto de muestras de pollo inicial (humedad), los valores de cada uno de los parámetros tanto por química húmeda como por NIR, en el análisis obtenido se muestra una distribución de translapada, con una desviación de 0.45 y un sesgo de -0.47, con lo que respecta al análisis externo muestra una distribución de normal con una desviación de 0.89 y un sesgo de -0.36.

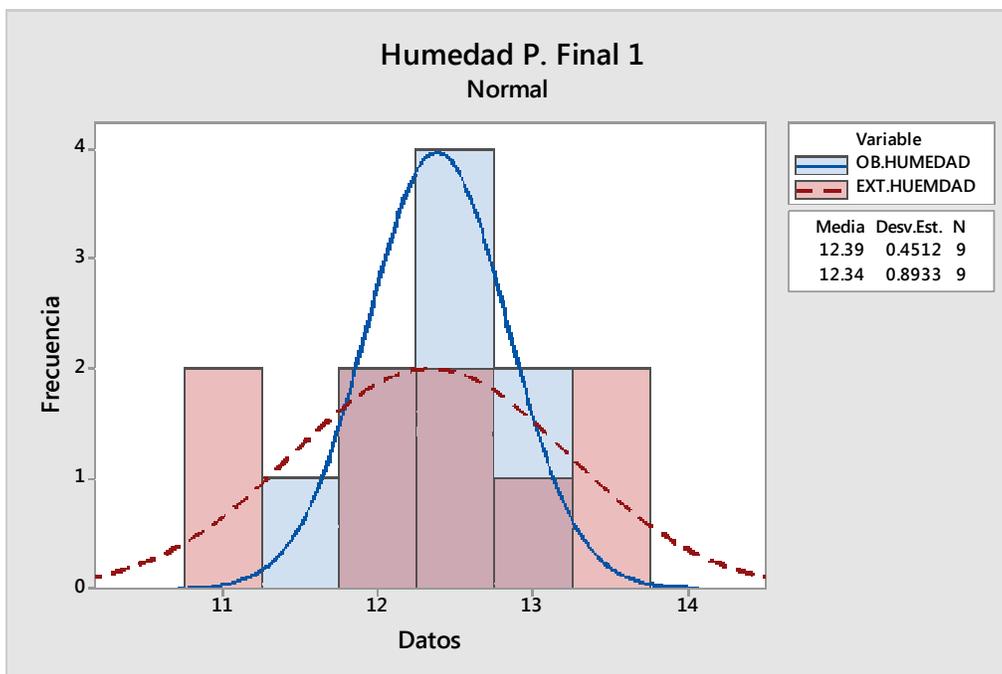


Figura 12.3. Análisis del conjunto de muestras.

40.3 Análisis de varianza fase final 1 (Proteína).

Como se observa en la tabla 69. El valor de P es mayor que el nivel de significancia, se puede concluir que no existe una correlación entre la viable de respuesta y el término.

Análisis de Varianza					
Fuente	GL	SC	MC	F	P
Regresión	1	9.9248	9.92484	1.80	0.221
Error	7	38.5466	5.50665		
Total	8	48.4714			

Tabla 69. Análisis de varianza fase final 1

40.4 Ecuación de regresión

El valor R^2 es el porcentaje de variación en la respuesta que es explicada por el modelo, mientras mayor sea el valor de R^2 , mejor se ajustará el modelo a los datos, el R^2 siempre está entre 0% y 100%. Tal y como se observa en la figura 12.4. El coeficiente del predictor (análisis interno) es de 2.348 el cual nos indica que hay una correlación del 20.5 %, en lo que respecta al valor de R-cuad. (Ajustado) es una medida que incorpora el número de predictor ya que en el resultado fue de 9.1 % en la variación de los datos lo cual indica una correlación positiva.

$$\text{EXT.PROTEINA} = - 27.34 + 2.348 \text{ OB.PROTEINA}$$

$$S = 2.34663 \quad R\text{-cuad.} = 20.5\% \quad R\text{-cuad. (Ajustado)} = 9.1\%$$

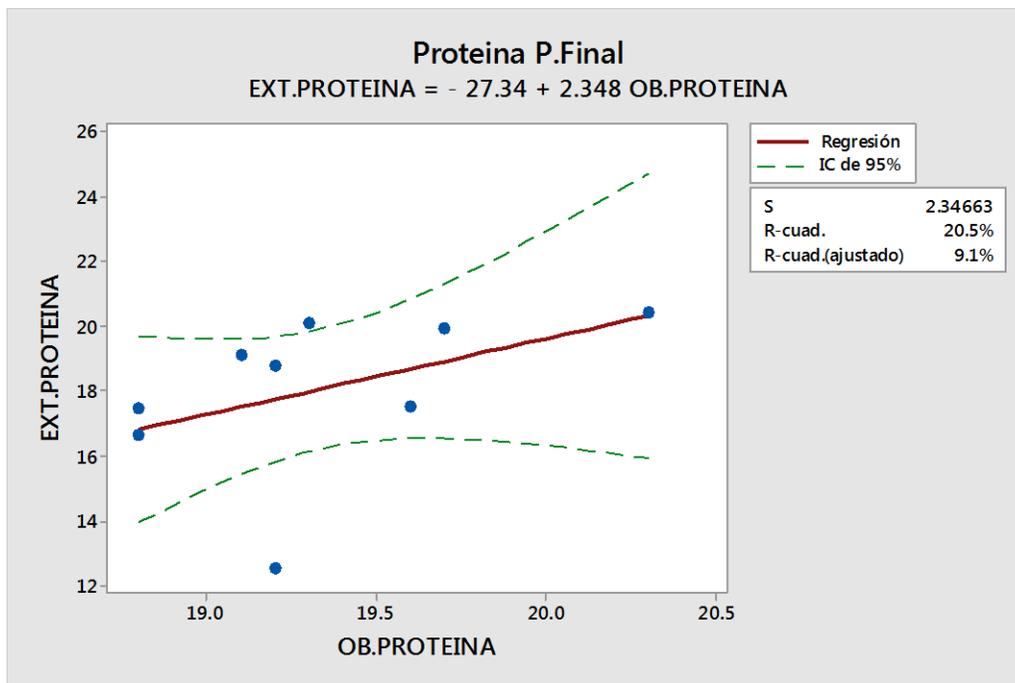


Figura 12.4. Análisis de regresión de línea ajustada

40.5 Estadísticos descriptivos P. Obtenidos Y P. Externos.

En la siguiente figura 12.5. Se observa el comportamiento de los diferentes análisis y los parámetros que se utilizaron para la construcción del conjunto de muestras de pollo inicial (humedad), los valores de cada uno de los parámetros tanto por química húmeda como por NIR, en el análisis obtenido se muestra una distribución de translapada, con una desviación de 0.47 y un sesgo de 0.98, con lo que respecta al análisis externo muestra una distribución de normal con una desviación de 2.46 y un sesgo de -1.56.

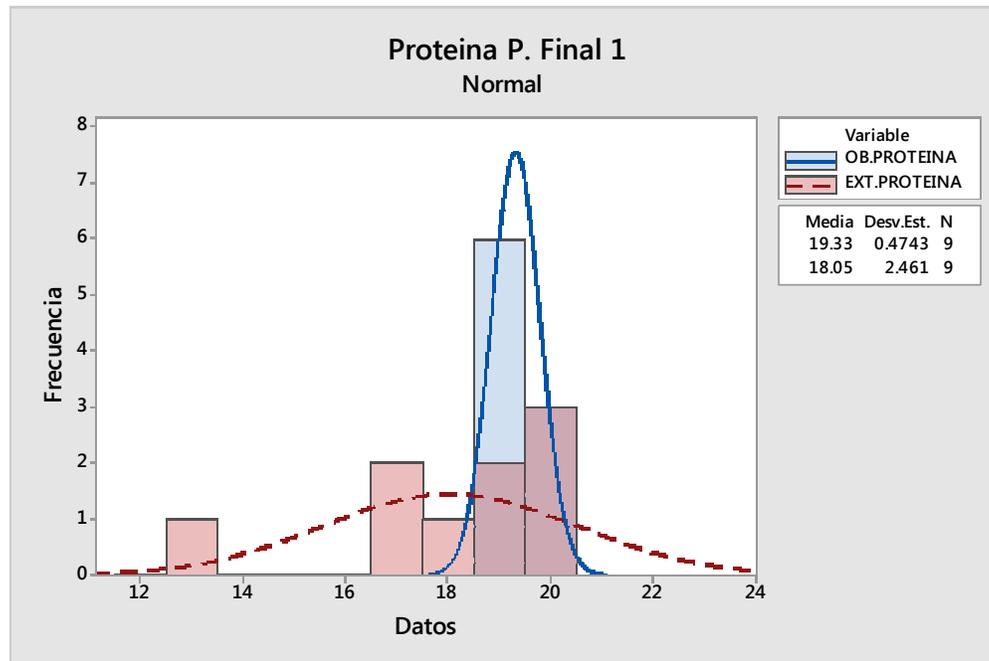


Figura 12.5. Análisis del conjunto de muestras.

40.6 Análisis de varianza fase final 1 (Grasa).

Como se observa en la tabla 70. El valor de P es mayor que el nivel de significancia, se puede concluir que no existe una correlación entre la viable de respuesta y el término.

Análisis de Varianza					
Fuente	GL	SC	MC	F	P
Regresión	1	0.10542	0.105419	0.40	0.549
Error	7	1.86314	0.266162		
Total	8	1.96856			

Tabla 70. Análisis de varianza de fase final 1

40.7 Ecuación de regresión

El valor R^2 es el porcentaje de variación en la respuesta que es explicada por el modelo, mientras mayor sea el valor de R^2 , mejor se ajustará el modelo a los datos, el R^2 siempre está entre 0% y 100%. Tal y como se observa en la figura 12.6. El coeficiente del predictor (análisis interno) es de 0.3041 el cual nos indica que hay una correlación del 5.4 %, en lo que respecta al valor de R-cuad. (Ajustado) es una medida que incorpora el número de predictor ya que en el resultado fue de 0.0 % en la variación de los datos lo cual indica una correlación muy débil.

$$\text{EXT.GRASA} = 4.517 + 0.3041 \text{ OB.GRASA}$$

$$S = 0.515909 \quad R\text{-cuad.} = 5.4\% \quad R\text{-cuad. (Ajustado)} = 0.0\%$$

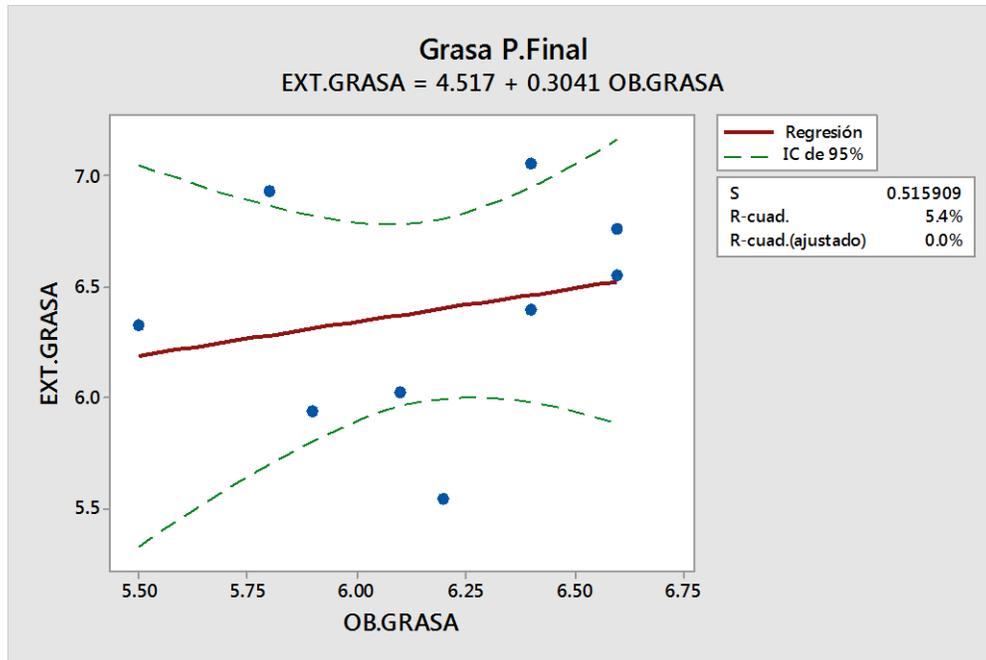


Figura 12.6. Análisis de regresión de línea ajustada

40.8 Estadísticos descriptivos G. Obtenidos Y G. Externos.

En la siguiente figura 12.7. Se observa el comportamiento de los diferentes análisis y los parámetros que se utilizaron para la construcción del conjunto de muestras de pollo inicial (humedad), los valores de cada uno de los parámetros tanto por química húmeda como por NIR, en el análisis obtenido se muestra una distribución de translapada, con una desviación de 0.45 y un sesgo de -0.47, con lo que respecta al análisis externo muestra una distribución de normal con una desviación de 0.89 y un sesgo de -0.36.

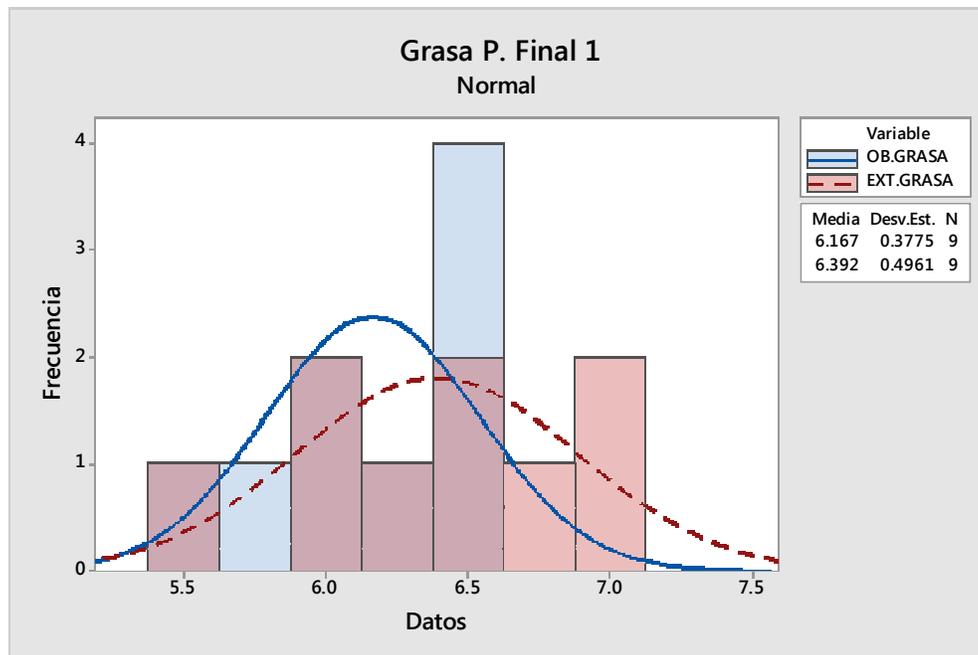


Figura 12.7. Análisis del conjunto de muestras

40.9 Análisis de varianza fase final 1 (Fibra).

Como se observa en la tabla 71. El valor de P es mayor que el nivel de significancia, se puede concluir que no existe una correlación entre la viable de respuesta y el término.

Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC	MC	F	P
Regresión	1	0.039065	0.0390650	0.47	0.516
Error	7	0.585735	0.0836764		
Total	8	0.624800			

Tabla 71. Análisis de varianza fase final 1

50. Ecuación de regresión

El valor R^2 es el porcentaje de variación en la respuesta que es explicada por el modelo, mientras mayor sea el valor de R^2 , mejor se ajustará el modelo a los datos, el R^2 siempre está entre 0% y 100%. Tal y como se observa en la figura 12.8. El coeficiente del predictor (análisis interno) es de 0.3720 el cual nos indica que hay una correlación del 6.3 %, en lo que respecta al valor de R-cuad. (Ajustado) es una medida que incorpora el número de predictor ya que en el resultado fue de 0.0 % en la variación de los datos lo cual indica una correlación muy débil.

$$\text{EXT.FIBRA} = 3.213 - 0.3720 \text{ OB.FIBRA}$$

$$S = 0.289269 \quad R\text{-cuad.} = 6.3\% \quad R\text{-cuad. (Ajustado)} = 0.0\%$$

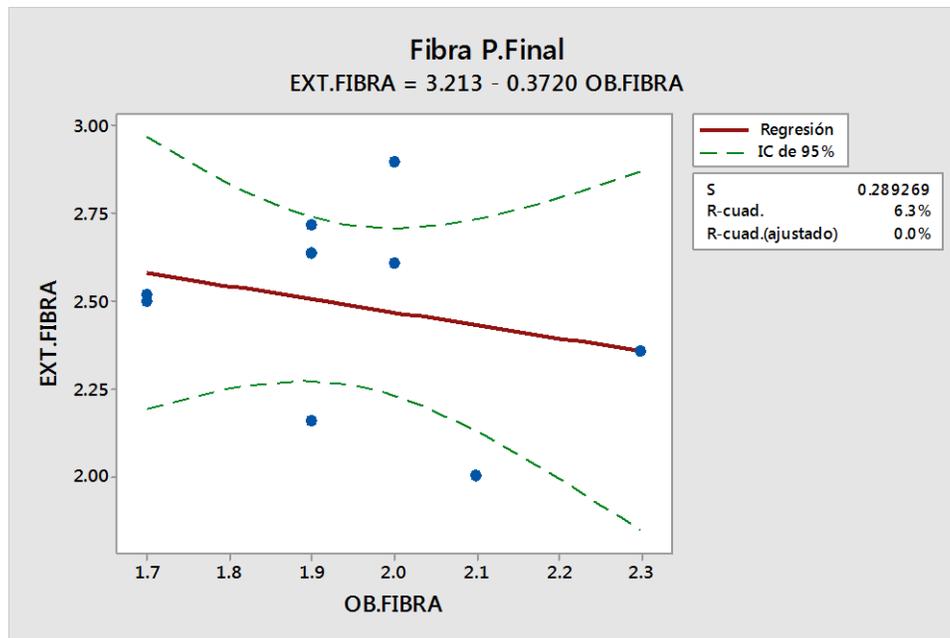


Figura 12.8. Análisis de regresión de línea ajustada

50.1 Estadísticos descriptivos F. Obtenidos Y F. Externos.

En la siguiente figura 12.9. se observa el comportamiento de los diferentes análisis y los parámetros que se utilizaron para la construcción del conjunto de muestras de pollo inicial (humedad), los valores de cada uno de los parámetros tanto por química húmeda como por NIR, en el análisis obtenido se muestra una distribución de sesgada a la derecha el cual nos quiere decir que es un sesgo positivo, con una desviación de 0.18 y un sesgo de 0.47, con lo que respecta al análisis externo muestra una distribución sesgada ala izquierda el cual nos quiere decir que es un sesgo negativo, con una desviación de 0.27 y un sesgo de -0.51.

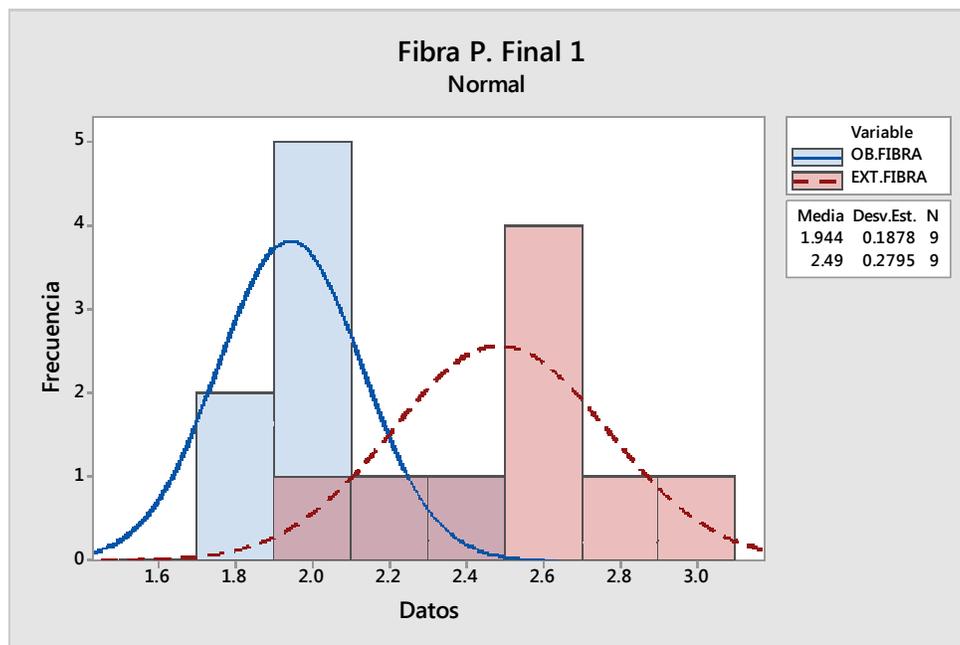


Figura 12.9. Análisis del conjunto de muestras

50.2 Análisis de varianza fase final 1 (Ceniza).

Como se observa en la tabla 72. El valor de P es mayor que el nivel de significancia, se puede concluir que no existe una correlación entre la viable de respuesta y el término.

Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC	MC	F	P
Regresión	1	0.002663	0.002663	0.01	0.908
Error	5	0.900280	0.180056		
Total	6	0.902943			

Tabla 72. Análisis de varianza fase final 1

50.3 Ecuación de regresión

El valor R^2 es el porcentaje de variación en la respuesta que es explicada por el modelo, mientras mayor sea el valor de R^2 , mejor se ajustará el modelo a los datos, el R^2 siempre está entre 0% y 100%. Tal y como se observa en la figura 13.1 El coeficiente del predictor (análisis interno) es de 0.0823 el cual nos indica que hay una correlación del 0.3 %, en lo que respecta al valor de R-cuad. (Ajustado) es una medida que incorpora el número de predictor ya que en el resultado fue de 0.0 % en la variación de los datos lo cual indica una correlación débil.

$$\text{EXT.CENIZA} = 5.528 - 0.0823 \text{ OB.CENIZA}$$

$$S = 0.424330 \quad R\text{-cuad.} = 0.3\% \quad R\text{-cuad. (Ajustado)} = 0.0\%$$

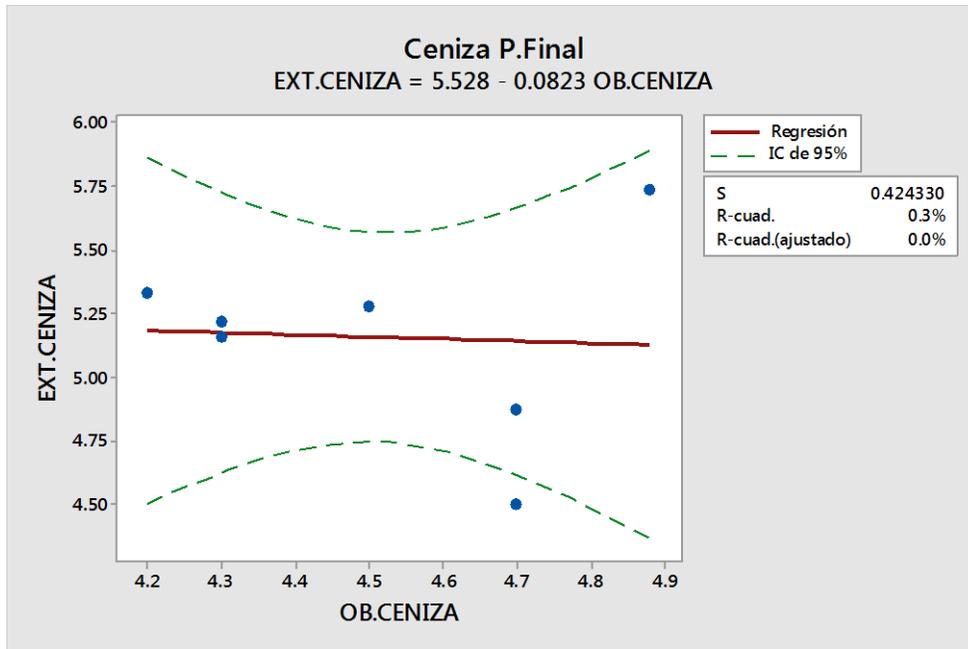


Figura 13.1. Análisis de regresión de línea ajustada

50.4 Alimento de pollo fase final 2.

A continuación se muestra la Tabla 73. Muestra la correlación de los datos de alimento de pollo fase inicial, se exponen todos los resultados obtenidos por la vía experimental y por química húmeda.

	%OB.HUME	%EXT.HUEM	%OB.PROTE	%EXT.PROTE	%OB.GR	%EXT.GR	%OB.FIB	%EXT.FIB	%OB.CEN	%EXT.CEN
	DAD	DAD	INA	INA	ASA	ASA	RA	RA	IZA	IZA
	12.2	12.59	17.5	16.09	6.9	6.05	1.7	2.56	4.2	6.4
	13	13.6	17.9	15.72	6.3	6	1.7	2.38	3.9	4.24
	12.9	13.75	18.4	16.41	6.4	6.33	1.7	2.33	4	4.67
	13.1	13.49	18.4	15.94	5.6	6.17	1.8	2.63	4	4.44
	12.4	13.54	18.2	16.58	6.5	5.37	1.7	2.41	4	4.17
	12.8	12.8	19.4	19.4	6.1	6.1	2.5	2.5	4.5	4.5
	13.1	12.19	17.9	19.55	6.4	7.38	1.8	2.27	4.4	
	11.8	11.01	18.6	17.84	7.1	7.37	1.8	2.54	4.9	
	12.6	11.69	18.6	19.54	5.7	5.75	2	2.45	4.3	2
	11.6	10.91	18.3	12.5	7.1	7.64	1.6	2.78	4.5	4.69
PROME	12.55	12.56	18.32	16.96	6.41	6.42	1.83	2.49	4.27	4.39
DIO										
C.V.	4.29	8.56	2.80	13.00	8.17	12.02	14.12	6.07	7.33	27.24
S.D.	0.54	1.07	0.51	2.21	0.52	0.77	0.26	0.15	0.31	1.20
MIN	11.60	10.91	17.50	12.50	5.60	5.37	1.60	2.27	3.90	2.00
MAX	13.10	13.75	19.40	19.55	7.10	7.64	2.50	2.78	4.90	6.40
2 S.D.	1.08	2.15	1.03	4.41	1.05	1.54	0.52	0.30	0.63	2.39

Tabla 73. Muestras seleccionadas por los diferentes análisis obtenidos por NIR Y química humedad. (Piña .E 2018)

Se realiza el análisis de resultados obtenidos durante la parte experimental de este proyecto de investigación, la comparación de los métodos para definir si existe diferencia significativa entre el método NIR y el método de referencia por química humedad, para los diferentes nutrientes del alimento y verificar cuál de los dos tiene mayor precisión y exactitud, continuación se muestra el análisis de varianza de cada nutriente.

50.5 Análisis de varianza fase final 2 (Humedad).

Como se observa en la tabla 74. El valor de P es mayor que el nivel de significancia, no se puede concluir que existe una correlación estadísticamente significativa entre la viable de respuesta y el término.

Análisis de Varianza					
Fuente	GL	SC	MC	F	P
Regresión	1	5.4893	5.48934	8.94	0.017
Error	8	4.9109	0.61386		
Total	9	10.4002			

Tabla 74. Análisis de varianza fase final 2

50.6 Ecuación de regresión

El valor R^2 es el porcentaje de variación en la respuesta que es explicada por el modelo, mientras mayor sea el valor de R^2 , mejor se ajustará el modelo a los datos, el R^2 siempre está entre 0% y 100%. Tal y como se observa en la figura 13.2. El coeficiente del predictor (análisis interno) es de 1.452 el cual nos indica que hay una correlación del 52.8 %, en lo que respecta al valor de R-cuad. (Ajustado) es una medida que incorpora el número de predictor ya que en el resultado fue de 46.9 % en la variación de los datos lo cual indica una correlación muy positiva.

$$\text{EXT.HUEMDAD} = - 5.661 + 1.452 \text{ OB.HUMEDAD}$$

$$S = 0.783491 \quad R\text{-cuad.} = 52.8\% \quad R\text{-cuad. (Ajustado)} = 46.9\%$$

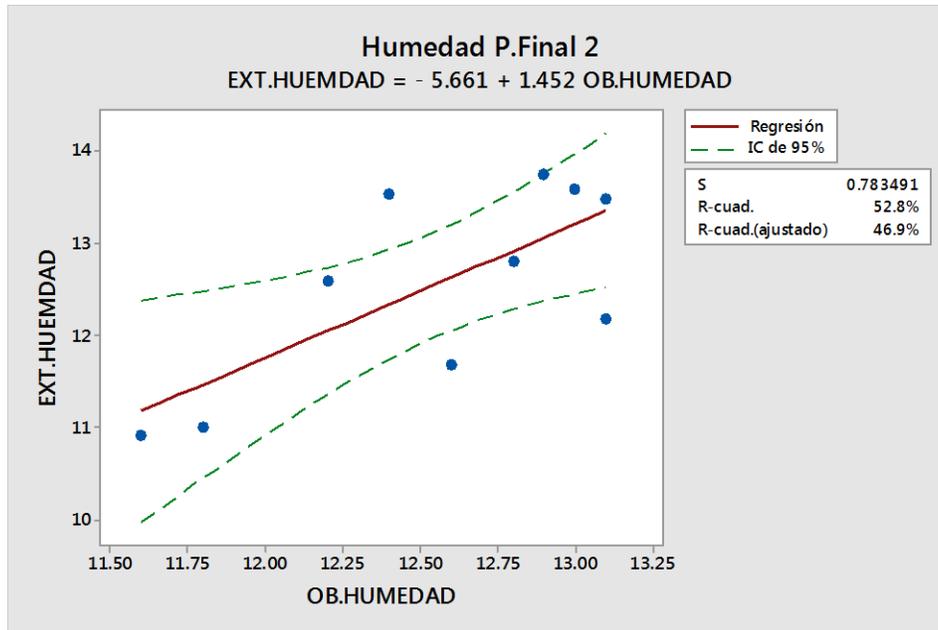


Figura 13.2. Análisis de regresión de línea ajustada

50.7 Estadísticos descriptivos H. Obtenidos Y H. Externos.

En la siguiente figura 13.3. Se observa el comportamiento de los diferentes análisis y los parámetros que se utilizaron para la construcción del conjunto de muestras de pollo inicial (humedad), los valores de cada uno de los parámetros tanto por química húmeda como por NIR, en el análisis obtenido se muestra una distribución de translapada, con una desviación de 0.53 y un sesgo de -0.75, con lo que respecta al análisis externo muestra una distribución de normal con una desviación de 1.07 y un sesgo de -0.48.

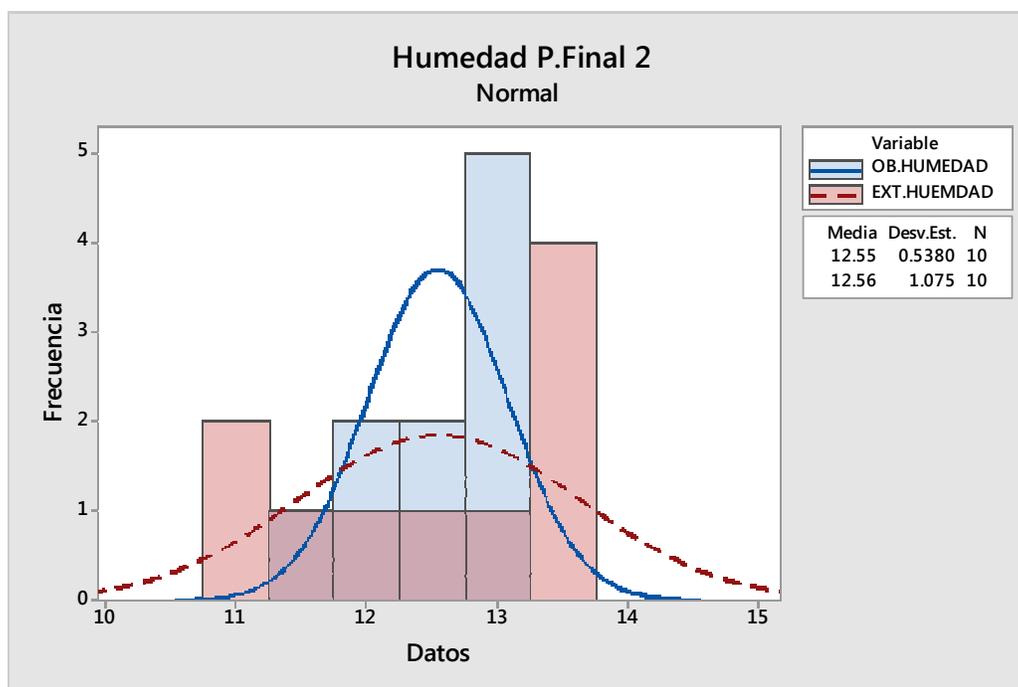


Figura 13.3. Parámetros del conjunto de muestra.

50.8 Análisis de varianza de fase final 2 (Proteína)

Como se observa en la tabla 75. El valor de P es mayor que el nivel de significancia, no se puede concluir que existe una correlación estadísticamente significativa entre la viable de respuesta y el término.

Análisis de Varianza					
Fuente	GL	SC	MC	F	P
Regresión	1	5.9489	5.94890	1.26	0.294
Error	8	37.8169	4.72711		
Total	9	43.7658			

Tabla 75. Análisis de varianza fase final 2

El valor R^2 es el porcentaje de variación en la respuesta que es explicada por el modelo, mientras mayor sea el valor de R^2 , mejor se ajustará el modelo a los datos, el R^2 siempre está entre 0% y 100%. Tal y como se observa en la figura 13.4. El coeficiente del predictor (análisis interno) es de 1.582 el cual nos indica que hay una correlación del 13.6 %, en lo que respecta al valor de R-cuad. (Ajustado) es una medida que incorpora el número de predictor ya que en el resultado fue de 2.8% en la variación de los datos lo cual indica una correlación muy débil.

50.9 Ecuación de regresión

$$\text{EXT.PROTEINA} = - 12.03 + 1.582 \text{ OB.PROTEINA}$$

S = 2.17419 R-cuad. = 13.6% R-cuad. (Ajustado) = 2.8%

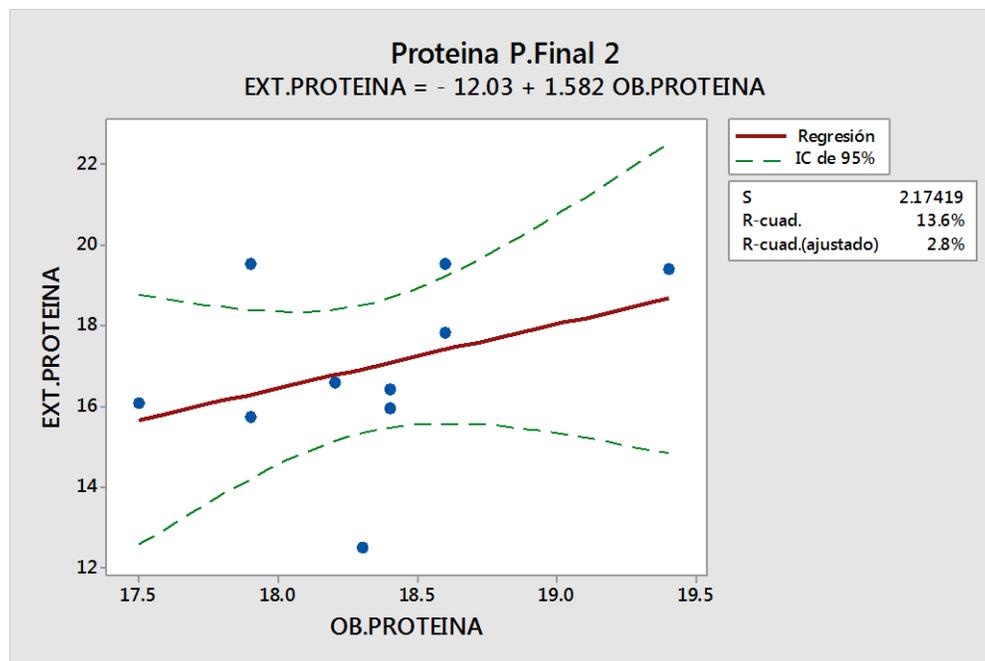


Figura 13.4. Análisis de regresión de línea ajustada

60. Estadísticos descriptivos de P. Obtenido y P. Externo.

En la siguiente figura 13.5. se observa el comportamiento de los diferentes análisis y los parámetros que se utilizaron para la construcción del conjunto de muestras fase inicial (proteína), los valores de cada uno de los parámetros tanto por química húmeda como por NIR, en el análisis obtenido se muestra una distribución sesgada a la izquierda, el cual nos quiere decir que es un sesgo negativo, con una desviación de 0.51 y con un sesgo de 0.62, con lo que respecta al análisis externo se muestra una distribución normal, con una desviación de 2.20 y un sesgo de -0.55.

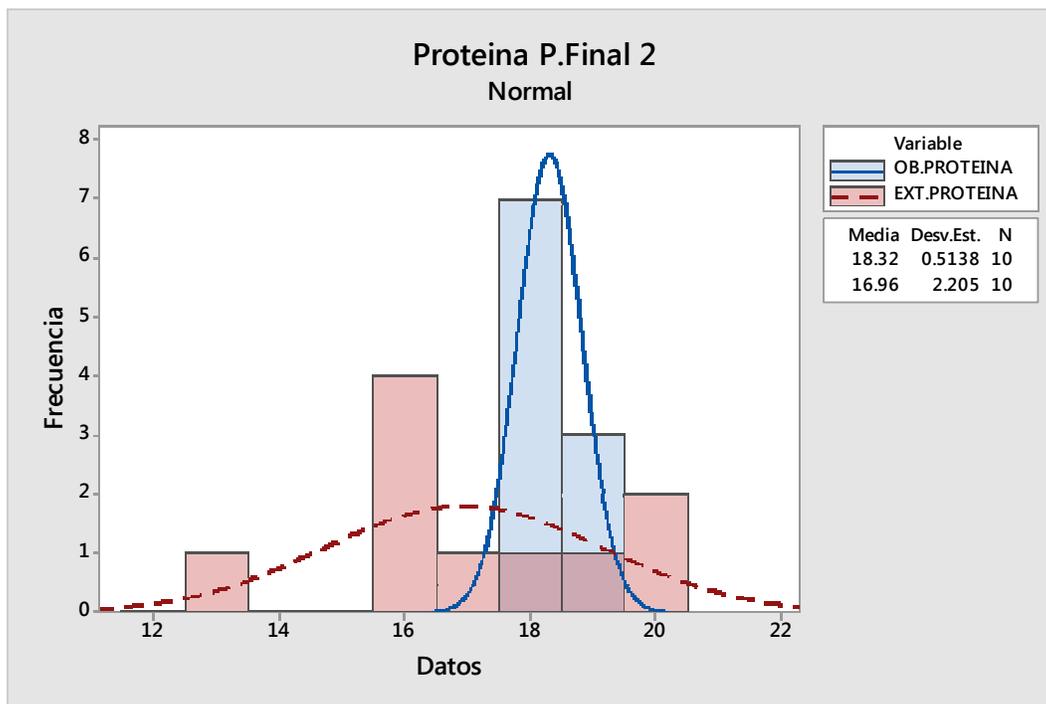


Figura 13.5. Análisis del conjunto de muestras

60.1 Análisis de varianza de fase final 2 (Grasa).

Como se observa en la tabla 76. El valor de P es mayor que el nivel de significancia, no se puede concluir que existe una correlación estadísticamente significativa entre la viable de respuesta y el término.

Análisis de Varianza					
Fuente	GL	SC	MC	F	P
Regresión	1	1.67960	1.67960	3.66	0.092
Error	8	3.67044	0.45881		
Total	9	5.35004			

Tabla 76. Análisis de varianza de fase final 2.

60.2 Ecuación de regresión

El valor R^2 es el porcentaje de variación en la respuesta que es explicada por el modelo, mientras mayor sea el valor de R^2 , mejor se ajustará el modelo a los datos, el R^2 siempre está entre 0% y 100%. Tal y como se observa en la figura 13.6. El coeficiente del predictor (análisis interno) es de 0.8248 el cual nos indica que hay una correlación del 31.4 %, en lo que respecta al valor de R-cuad. (Ajustado) es una medida que incorpora el número de predictor ya que en el resultado fue de 22.8 % en la variación de los datos lo cual indica una correlación muy débil.

$$\text{EXT.GRASA} = 1.129 + 0.8248 \text{ OB.GRASA}$$

$$S = 0.677352 \quad R\text{-cuad.} = 31.4\% \quad R\text{-cuad. (Ajustado)} = 22.8\%$$

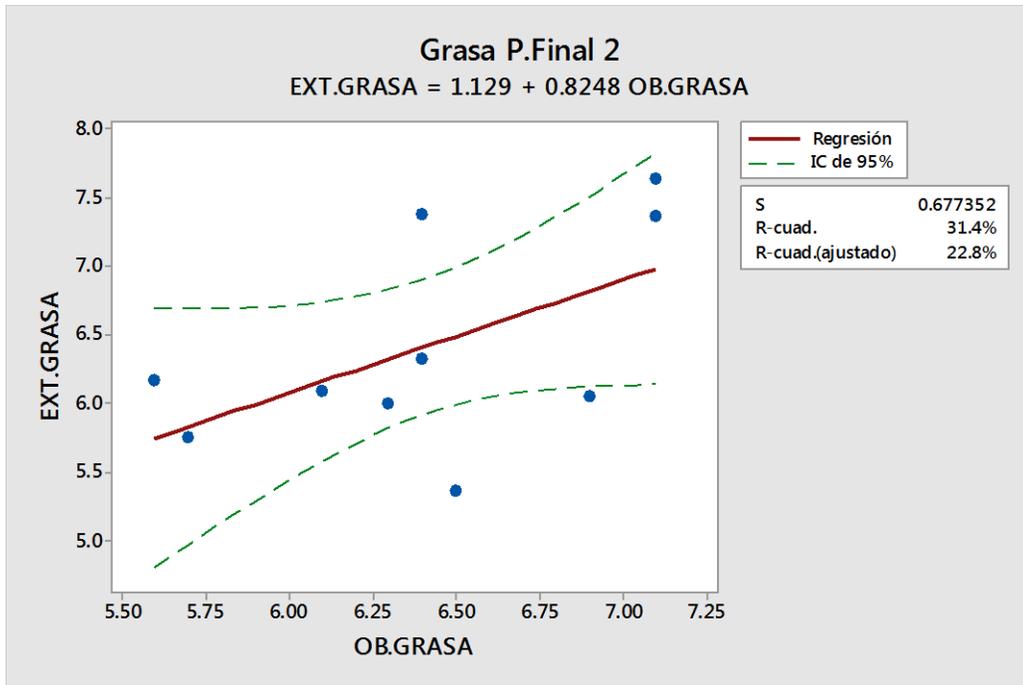


Figura 13.6. Análisis de regresión de línea justada

60.3 Estadísticos descriptivos G. Obtenido y G. Externo.

En la siguiente figura 13.7. Se observa el comportamiento de los diferentes análisis y los parámetros que se utilizaron para la construcción del conjunto de muestras pollo inicial (grasa), los valores de cada uno de los parámetros tanto por química húmeda como por NIR. En el análisis obtenido muestra una distribución normal con una desviación de 0.52, con un sesgo de -0.14, respecto al análisis externo se observa una distribución normal, con una desviación de 0.77 y un sesgo de 0.60.

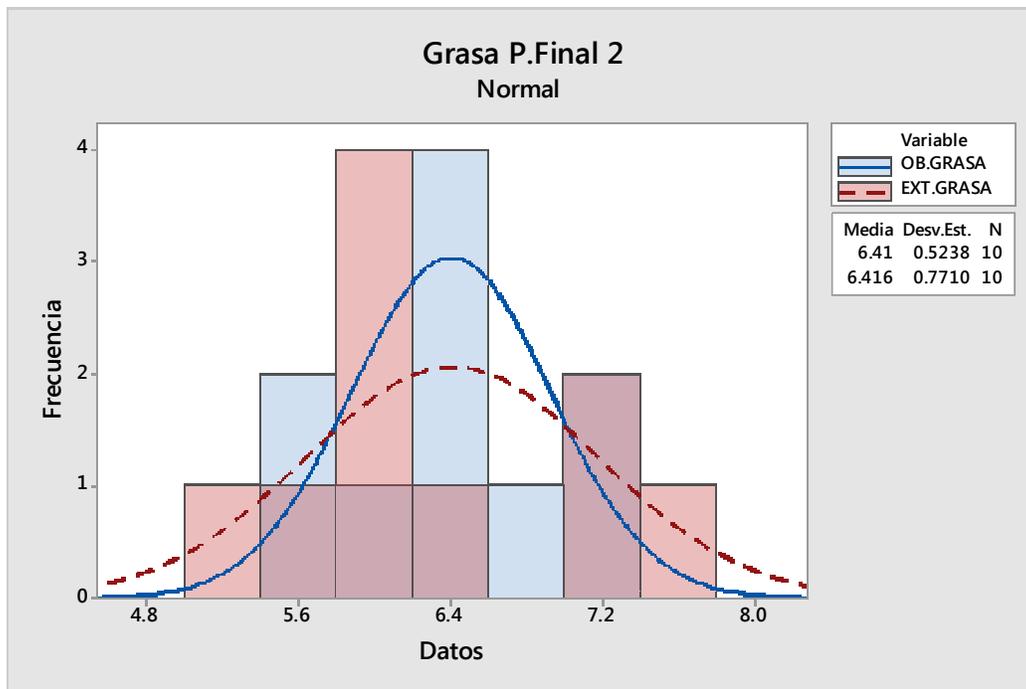


Figura 13.7. Análisis del conjunto de muestras.

60.4 Análisis de varianza de fase final 2 (Fibra)

Como se observa en la tabla 77. El valor de P es mayor que el nivel de significancia, no se puede concluir que existe una correlación estadísticamente significativa entre la viable de respuesta y el término.

Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC	MC	F	P
Regresión	1	0.001448	0.0014480	0.06	0.817
Error	8	0.203602	0.0254502		
Total	9	0.205050			

Tabla 77. Análisis de varianza de fase final 2.

El valor R^2 es el porcentaje de variación en la respuesta que es explicada por el modelo, mientras mayor sea el valor de R^2 , mejor se ajustará el modelo a los datos, el R^2 siempre está entre 0% y 100%. Tal y como se observa en la figura 13.8. El coeficiente del predictor (análisis interno) es de 0.0491 el cual nos indica que hay una correlación del 0.7 %, en lo que respecta al valor de R-cuad. (Ajustado) es una medida que incorpora el número de predictor ya que en el resultado fue de 0.0 % en la variación de los datos lo cual indica una correlación muy débil.

60.5 Ecuación de regresión

$$\text{EXT.FIBRA} = 2.575 - 0.0491 \text{ OB.FIBRA}$$

$$S = 0.159531 \quad R\text{-cuad.} = 0.7\% \quad R\text{-cuad. (Ajustado)} = 0.0\%$$

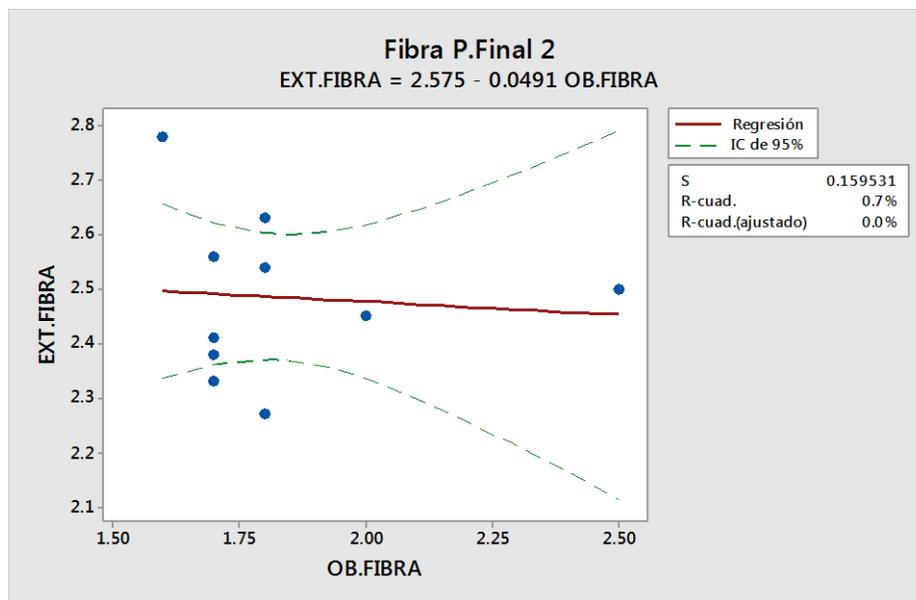


Figura 13.8. Análisis de regresión de línea ajustada

60.6 Estadísticos descriptivos F. Obtenidos y F. Externos

En la siguiente figura 13.9. Se observa el comportamiento de los diferentes análisis y los parámetros que se utilizaron para la construcción del conjunto de muestras de fase inicial (fibra), los valores de cada uno de los parámetros tanto por química húmeda como por NIR, en el análisis obtenido se muestra una distribución sesgada a la derecha, el cual nos quiere decir que es un sesgo positivo, con una desviación de 0.25 y con un sesgo de 2.29 , con lo que respecta al análisis externo muestra una distribución sesgada a la izquierda, el cual quiere decir que es un sesgo negativo, con una desviación de 0.15, con un sesgo de 0.57.

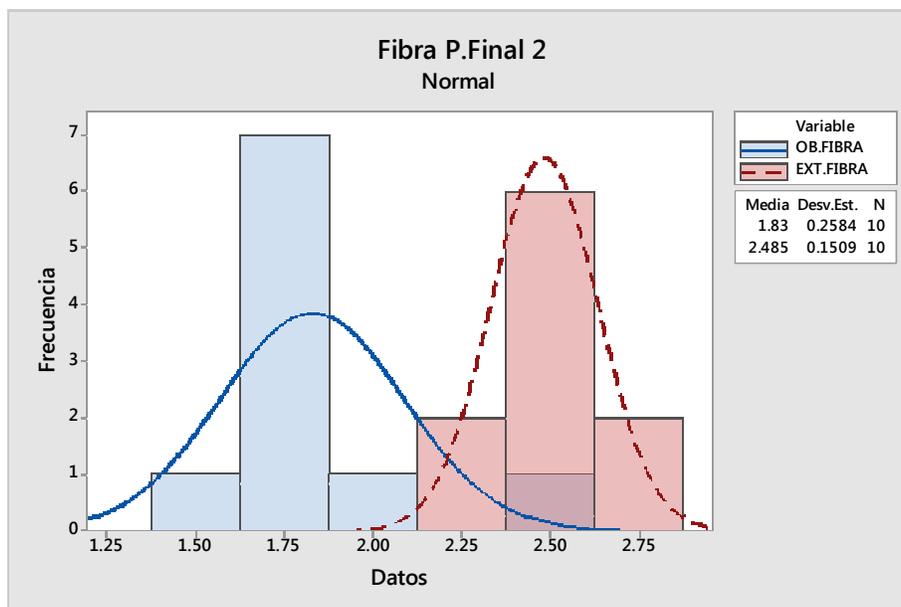


Figura 13.9. Análisis del conjunto de muestras

60.7 Análisis de varianza (Ceniza)

Se observa que el valor de P es mayor que el nivel de significancia, no se puede concluir que existe una correlación estadísticamente significativa entre la viable de respuesta y el término. Tal como se muestra en la tabla 78.

Análisis de Varianza					
Fuente	GL	SC	MC	F	P
Regresión	1	0.0220	0.02201	0.01	0.912
Error	6	9.9841	1.66401		
Total	7	10.0061			

Tabla 78. Análisis de varianza fase inicial.

60.8 Ecuación de regresión

El valor R^2 es el porcentaje de variación en la respuesta que es explicada por el modelo, mientras mayor sea el valor de R^2 , mejor se ajustará el modelo a los datos, el R^2 siempre está entre 0% y 100%. Tal y como se observa en la figura 14.1. El coeficiente del predictor (análisis interno) es de 0.236 el cual nos indica que hay una correlación del 0.2 %, en lo que respecta al valor de R-cuad. (Ajustado) es una medida que incorpora el número de predictor ya que en el resultado fue de 0.0 % en la variación de los datos lo cual indica una correlación muy débil.

$$\text{EXT.CENIZA} = 5.374 - 0.236 \text{ OB.CENIZA}$$

$$S = 1.28997 \quad R\text{-cuad.} = 0.2\% \quad R\text{-cuad. (Ajustado)} = 0.0\%$$

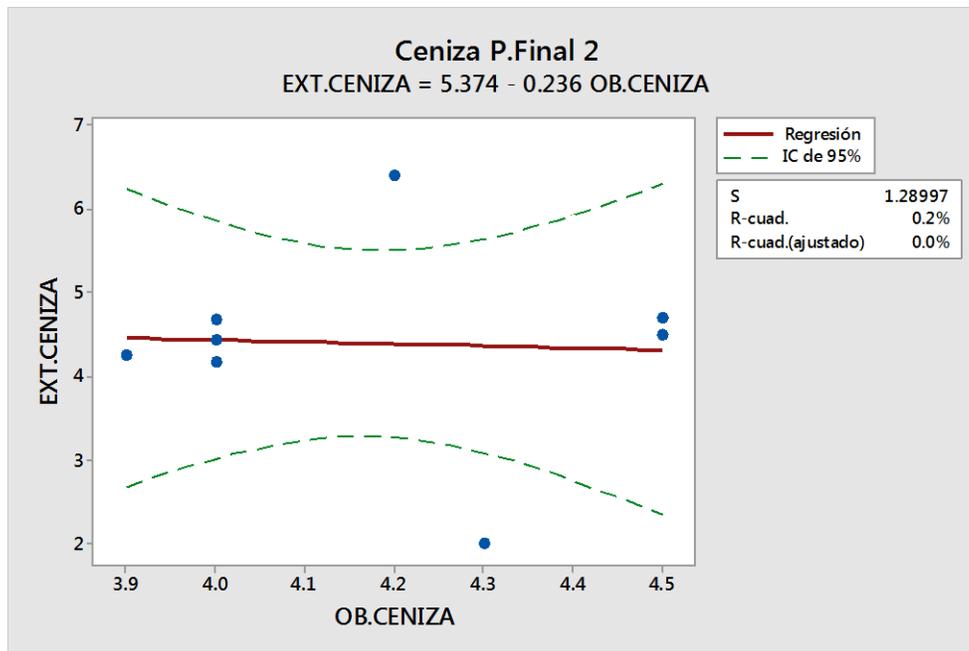


Figura 14.1. Análisis de regresión de línea ajustada

60.9 Estadísticos descriptivos de C. Obtenido y C. Externo.

En la siguiente figura 14.2. Se observa el comportamiento de los diferentes análisis y los parámetros que se utilizaron para la construcción del conjunto de muestras fase inicial (ceniza), los valores de cada uno de los parámetros tanto por química húmeda como por NIR. En el análisis obtenido se muestra una distribución translapada con una desviación de 0.31 y un sesgo de 0.76, con respecto al análisis externo se muestra una distribución normal con una desviación de 1.19 con un sesgo de -0.61.

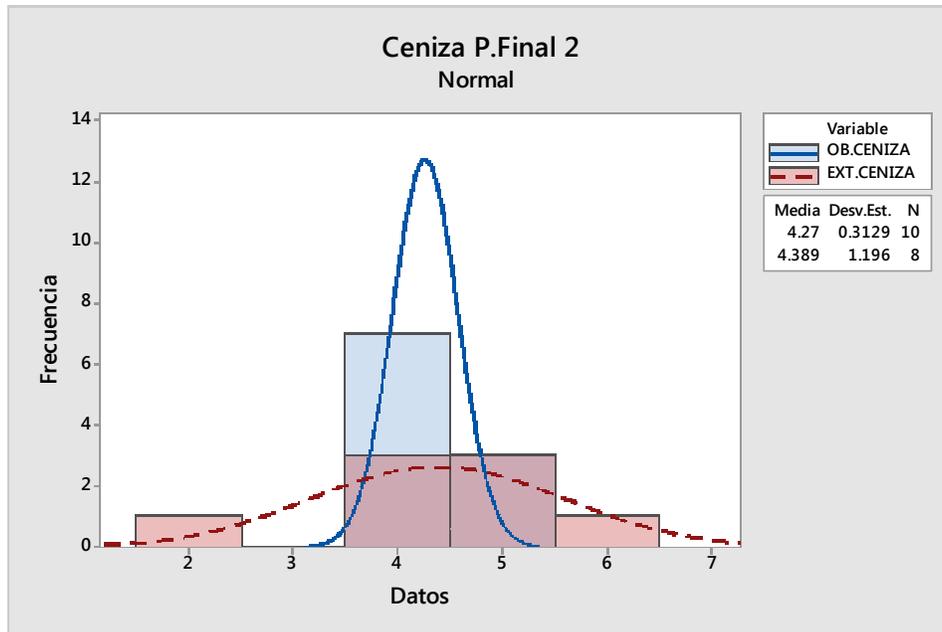


Figura 14.2. Análisis del conjunto de muestras.

70. Conclusión

Con los resultados obtenidos es claro que el equipo NIR es una tecnología que ayuda a mejorar la eficiencia en el proceso de toma de decisiones en términos de costos, tiempo y recurso humano, durante el proceso de análisis se evidencia que los ajustes realizados, ayudaran a estandarizar los resultados arrojados por el equipo NIRS, frente a la química húmeda, lo que permitirá tener resultados más confiables y precisos en las diferentes variables. Las metodologías desarrolladas en este trabajo han aportado soluciones rápidas y simples al control analítico en las diferentes, con las que se ha colaborado y se demuestra que la espectroscopia NIR es una herramienta de análisis adecuada para el control de calidad de productos industriales. En los resultados obtenidos se observa, que no presentan correlación entre análisis por lo que se sugiere implementar otro método para la validación del equipo NIRS el cual sea un método rápido pero viable, de acuerdo al diseño experimental simple y al análisis de varianza que nos arrojaba en cada alimento, se rechazó la hipótesis alterna, que se planteó de la siguiente manera:

$H_0\mu =$ No existe diferencia significativa entre las análisis $\mu M1 = \mu M2$

$H1\mu =$ Existe diferencia significativa entre análisis $\mu M1 \neq \mu M2$

Aceptando la hipótesis nula, quiere decir que no existe diferencia significativa entre ambos análisis, con lo que respecta al histograma, se análisis porcentaje de sesgos de cada nutriente, con el cual se obtuvo la información permitente para el ajuste de curvas dentro del sistema operativo NIR DS 2500. Con el NIR no se puede tener más exactitud, pero si un factor de seguridad mucho más alto. Nutricionalmente es muy importante pues se evidencia variabilidad en el proceso y que la formula se correlaciona con los datos reales. Tomando decisiones más precisas y más inmediatas. (Workman et al., 2003).

Uno de los factores que se observaron al realizar las lecturas de los diferentes alimentos que se producían en el día, eran muy variados sus nutrientes ya que eran de diferentes proveedores y la materia prima variaba su calidad.

70.1 Trabajos Futuros

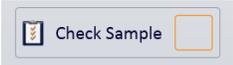
Realizar un manual el cual tenga la información de la base de datos del NIRS ordenada por fechas pasadas y recientes, las especificaciones de cada alimento de acuerdo a su fase, que contenga los datos más relevantes, como sus desviaciones estándar, máximas, mínimo y porcentaje de sesgos, de igual manera anexar la información de los análisis que son enviados a los diferentes laboratorios externos. Ya que esta información será de suma importancia para más adelante se requiera realizar el ajuste de bias dentro del sistema operativo NIR DS 2500.

70.2 Recomendaciones

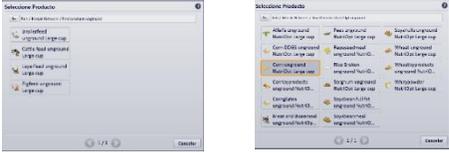
- Se recomienda realizar dichos ajustes, en un lapso de tiempo de aproximadamente (6 meses), para que el sistema arroje el mínimo de desviaciones por cada alimento.
- Se recomienda, que la cantidad de envíos a los laboratorios externos sea más, para así obtener una base de datos más robusta.
- Se recomienda emplear nuevas tecnologías de los NIR que permitan bajar el nivel de incertidumbre en el equipo.

ANEXOS 1

Procedimiento del arranque del equipo NIR DS 2500

No.	RESPONSABLE	ACTIVIDAD
9.1	Analista	<p>Inicio rutinario</p> <p>Encienda el analizador pulsando el interruptor de encendido/apagado de la parte posterior del instrumento (parte superior central de la placa posterior).</p> <p>Inicie el programa ISIScan Nova en el PC. </p> <p>El analizador se iniciará, y pondrá en marcha el software. La primera vez que el PC se conecta al instrumento, este proceso podría tardar varios minutos.</p> <p>Una vez el software esté listo, el instrumento comenzara las pruebas de inicio.</p> <p>Si la tapa aún no está cerrada, se mostrará el mensaje “please closet he lid” (por favor cierre la tapa). Tras cerrarla, comenzaran las pruebas de inicio. Esto tardara minutos.</p> <p>Si las pruebas de inicio finalizan con éxito, se abrirá la tapa. Entonces el instrumento estará listo para su uso.</p> <p>Si la prueba automática falla, deberán crear un informe de diagnóstico para obtener y documentar los motivos por los que fallo. Este informe se crea pulsando el botón report (informe) de la esquina superior derecha. Seleccione el informe de diagnóstico integrado y pulse “créate report”.</p>
9.2		<p>Check Sample</p> <p>Se abrirá la carpeta y se dará click en </p> <p>Después en  coloque la celda de comprobación “Check Sample” en el instrumento utilizando el soporte para cubeta pequeña verificando que el chip quede en la parte del lector y cerrar la tapa.</p> <p>El número de la muestra sera la fecha del día en el que se realiza el analisis.</p> <p>Se dará click en la tecla Start (inicio)  para comenzar el análisis y esperará unos segundos para que concluya.</p>

		<p>Cuando se haya completado el análisis se abrirá la tapa y el resultado se mostrará en la pantalla, se retira la celda y se anota el valor en el formato F-AGI-012-CC.</p> <p>Si la prueba de la muestra de comprobación falla, los resultados se mostrarán en color amarillo o rojo, en función de si los resultados se encuentran fuera de los límites de advertencia o de error.</p> <p>Las muestras podrán seguir analizándose incluso después de que una muestra de comprobación falle, pero se resaltara como advertencia (en color amarillo) para indicar que el estado de la última muestra de comprobación no era correcto.</p>
9.3	Analista	<p>Lectura de muestra control</p> <p>Para poder utilizar la muestra control que en este caso usamos pasta de soya se reúne una cantidad suficiente, se cuartea y se lee 5 veces la proteína, se saca un promedio de los resultados y el resultado es la proteína que contiene, esta se utiliza todos los días para observar en comportamiento de las curvas y sus resultados, así ver los parámetros de error o variación.</p> <p>Para la lectura verter en la cubeta grande con la muestra control (pasta de soya), de la cual se conoce el valor de proteína.</p> <p>Sítue la cubeta con la muestra control en el lector y cierre la tapa.</p> <p>Hacer clip en Mosaic Network y abrir la carpeta </p> <p>Dar click en la opción  para leer la muestra control.</p> <p>Se anotarán los datos que se piden.</p> <p>En seguida se dará clip en la tecla start (inicio)  para que el análisis comience.</p> <p>Registre la información de la muestra en F-AGI-012-CC.</p> <p>Después de esto el equipo está listo para utilizarlo.</p>
9.4	Analista	<p>Preparación de muestras</p> <p>Se la asigna un número de ID a la muestra con el cual se identificará, dependiendo de la aplicación la muestra puede medirse sin triturar o después de molerlas en un molino de laboratorio. Siempre se debe homogenizar bien la muestra antes de rellenar la cubeta de muestras. Elegir la cubeta adecuada para el tipo de muestra a tomar. Llenar la cubeta con la muestra homogenizada, verificar que no queden huecos.</p>
9.5	Analista	<p>Análisis</p>

		<p>Situar la cubeta llena en el compartimento para muestras y cerrar la tapa.</p>  <p>Seleccionar el producto presionando el icono del producto. Elegir el producto a analizar de la lista de productos. Presionar (cancelar) si no requiere cambiar de producto.</p>  <p>Presionar el botón Start  (inicio).</p> <p>Registrar la información de la muestra seleccionando User Defined Fields (campos definidos por el usuario). Los campos obligatorios se abrirán automáticamente.</p>  <p>Cuando se haya completado el análisis, se abrirá la tapa y el resultado se mostrará en la pantalla.</p> 
9.6	Analista	<p>Apagar el equipo: Vaya al menú Care. Pulse cerrar aplicación (apagar) Pulsar ok para apagar el programa. El instrumento y la lámpara seguirán encendidos. Para apagar completamente el instrumento se debe apagar del interruptor on/off.</p>

ANEXO 2

Tabla 1. Resultados de alimento de cedo fase 3

	%H.OBTENI	%H.EXTER	%P.OBTENI	%P.EXTER	%G.OBTENI	%G.EXTER	%F.OBTENI	%F.EXTER	%C.OBTENI	%C.EXTER
	DO	NO								
	12.6	12.9	17.5	18.37	5.6	4.54	2.1	2.41	4.7	5.3
	12.7	13.16	17	18.72	5.9	5.03	2.1	2.46	4.8	5.03
	12.6	13.41	16.4	18.7	5.6	4.45	1.9	2.55	4.6	5.23
	12.6	13.31	16.6	18.31	5.6	4.65	2	2.37	5	4.82
	13.1	13.1	17.9	17.9	4.8	4.8	2.2	2.2	5	5
	13.2	12.21	16.8	18.6	4.7	5.08	2.3	2.3	5	5.53
	13	12.22	16.8	18.6	4.9	5.08	2.2	1.37	4.9	*
	11.8	11.78	18.6	17.46	4.7	5.38	1.8	1.01	4.9	5.61
	11.3	10.88	16.6	18.6	5.8	6.54	2.2	1.07	5.1	5.18
PROME	12.54	12.55	17.13	18.36	5.29	5.06	2.09	1.97	4.89	5.21
DIO										
C.V.	4.95	6.74	4.24	2.31	9.47	12.44	7.74	32.00	3.31	33.68
S.D.	0.62	0.85	0.73	0.42	0.50	0.63	0.16	0.63	0.16	1.76
MIN	11.30	10.88	16.40	17.46	4.70	4.45	1.80	1.01	4.60	4.82
MAX	13.20	13.41	18.60	18.72	5.90	6.54	2.30	2.55	5.10	5.61
2 S.D.	1.24	1.69	1.45	0.85	1.00	1.26	0.32	1.26	0.32	3.51

ANEXO 3

Tabla 7. Resultados de alimento cerdo fase 4

	%H.OBTENI	%H.EXTER	%P.OBTENI	%P.EXTER	%G.OBTENI	%G.EXTER	%F.OBTENI	%F.EXTER	%C.OBTENI	%C.EXTER
	DO	NO								
	12.4	13.48	15.8	16.9	5	4.61	2.1	2.38	5.5	4.71
	12	12.98	15.6	16.48	5.3	4.7	2.5	2.56	5.5	4.71
	12.5	12.5	18.9	18.9	4.7	4.7	2.4	2.4	4.3	5.3
	12.9	12.37	14	15.58	4.1	4.58	2.5	2.5	4.9	3.25
	12.6	11.78	19.6	15.31	5.3	5.5	1.6	2	4.6	4.74
	11	10.84	14.2	12.5	5.7	6.32	2.3	2.03	4.9	4.73
PROME	12.23	12.33	16.35	15.95	5.02	5.07	2.23	2.31	4.95	4.57
DIO										
C.V.	5.49	7.52	14.49	13.26	11.16	13.88	15.42	10.35	9.71	15.05
S.D.	0.67	0.93	2.37	2.11	0.56	0.70	0.34	0.24	0.48	0.69
MIN	11.00	10.84	14.00	12.50	4.10	4.58	1.60	2.00	4.30	3.25
MAX	12.90	13.48	19.60	18.90	5.70	6.32	2.50	2.56	5.50	5.30
2 S.D.	1.34	1.85	4.74	4.23	1.12	1.41	0.69	0.48	0.96	1.38

ANEXO 4

Tabla 13. Resultados de alimento de cerdo fase 5

	OB.HUMED	EXT.HUEMD	OB.PROTEI	EXT.PROTEI	OB.GRAS	EXT.GRAS	OB.FBR	EXT.FIBR	OB.CENIZ	EXT.CENIZ
	AD	AD	NA	NA	A	A	A	A	A	A
	13.6	13.6	13.7	13.7	3.2	3.2	2.6	2.6	4.7	4.7
	13	12.44	14	15.31	3.2	3.69	2.9	2.9	4.5	4.42
	14	12.4	12.4	15.15	3.3	3.41	3.1	2.28	3.8	
	12	12.13	19.7	14.74	6.4	4.6	1.9	2.07	4.7	1.65
	11.5	11.17	14.4	15.99	4.4	5.13	3	2.05	4.7	4.73
	12.8	12.43	13.7	15.78	4.2	4.58	2.5	2.28	4.4	
PROMEDI	12.82	12.36	14.65	15.11	4.12	4.10	2.67	2.36	4.47	3.88
O										
C.V.	7.36	6.29	17.50	5.45	30.04	18.87	16.55	13.93	7.84	38.45
S.D.	0.94	0.78	2.56	0.82	1.24	0.77	0.44	0.33	0.35	1.49
MIN	11.50	11.17	12.40	13.70	3.20	3.20	1.90	2.05	3.80	1.65
MAX	14.00	13.60	19.70	15.99	6.40	5.13	3.10	2.90	4.70	4.73
2 S.D.	1.89	1.55	5.13	1.65	2.47	1.55	0.88	0.66	0.70	2.98

ANEXO 5

Tabla19. Resultados de alimento de cerdo fase 6

	%OB.HUME	%EXT.HUEM	%OB.PROTE	%EXT.PROTE	%OB.GR	%EXT.GR	%OB.FB	%EXT.FIB	%OB.CEN	%EXT.CEN
	DAD	DAD	INA	INA	ASA	ASA	RA	RA	IZA	IZA
	13.4	13.4	14.6	14.6	3.2	3.2	2.9	2.9	4.7	4.7
	13.4	12.64	12	13.94	3.5	3.83	2.6	2.6	3.9	3.89
	12	12.13	14.3	14.13	2.9	4.14	3.8	2.19	4.4	1.94
	11.2	11.16	13.6	15.02	4.6	5.23	2.7	2.12	4.5	4.09
	12.8	12.38	13.9	14.89	4	4.48	2.5	2.12	4.7	
PROME	12.56	12.34	13.68	14.52	3.64	4.18	2.90	2.39	4.44	3.66
DIO										
C.V.	7.59	6.60	7.41	3.23	18.49	18.07	18.08	14.67	7.40	32.67
S.D.	0.95	0.81	1.01	0.47	0.67	0.75	0.52	0.35	0.33	1.19
MIN	11.20	11.16	12.00	13.94	2.90	3.20	2.50	2.12	3.90	1.94
MAX	13.40	13.40	14.60	15.02	4.60	5.23	3.80	2.90	4.70	4.70
2 S.D.	1.91	1.63	2.03	0.94	1.35	1.51	1.05	0.70	0.66	2.39

ANEXO 6

Tabla 25. Resultados de alimento de cerdo fase 7

	%OB.HUME	%EXT.HUEM	%OB.PROTE	%EXT.PROTE	%OB.GR	%EXT.GR	%OB.FIB	%EXT.FIB	%OB.CEN	%EXT.CEN
	DAD	DAD	INA	INA	ASA	ASA	RA	RA	IZA	IZA
	13.2	13.2	14.4	14.4	2.9	2.9	3.1	3.1	4.8	4.8
	13.1	12.34	13.6	15.94	2.9	3.06	3	3	4.2	4.1
	13.6	12.36	13.7	15.18	2.9	2.28	3.5	0	4.5	
	12.2	12.1	19.4	15.69	5.2	2.97	1.7	1.17	4.7	4.85
	12.7	11.85	13.7	15.69	3.2	3.37	3.1	2.18	4.1	4.42
	11.7	11.1	14	12.5	3.4	3.83	3.3	2.33	4.2	3.75
PROME	12.75	12.16	14.80	12.75	3.42	5.22	2.95	1.96	4.42	3.74
DIO										
C.V.	5.50	5.67	15.35	41.48	26.27	93.75	21.63	60.40	6.63	32.94
S.D.	0.70	0.69	2.27	5.29	0.90	4.89	0.64	1.19	0.29	1.23
MIN	11.70	11.10	13.60	2.28	2.90	2.90	1.70	0.00	4.10	1.65
MAX	13.60	13.20	19.40	15.94	5.20	15.18	3.50	3.10	4.80	4.80
2 S.D.	1.40	1.38	4.54	10.58	1.80	9.78	1.28	2.37	0.59	2.47

ANEXO 7

Tabla 31. Resultados de alimento de cerdo adaptación F1

	%H.OBTENI		%H.EXTER		%P.OBTENI		%P.EXTER		%G.OBTENI		%G.EXTER		%F.OBTENI		%F.EXTER		%C.OBTENI		%C.EXTER	
	DO	NO	DO	NO	DO	NO	DO	NO	DO	NO	DO	NO	DO	NO	DO	NO	DO	NO	DO	NO
	12.2	12.49	14.2	15.87	4.5	4.64	4.8	3.62	4.4	4.17										
	13.1	13.11	13.1	13.33	4	4.06	4.5	3.57	4.1	4.26										
	12.5	13.22	15.1	14.5	3.1	3.3	3.8	3.7	4.7	4.47										
	11.9	12.73	15.9	14.69	3.2	3.68	3.5	3.16	5.1	4.21										
	13.2	13.2	13.5	13.5	2.7	2.7	3.8	3.8	4.6	4.6										
	13.2	12.62	14.6	14.73	2.6	3.07	3.8	3.8	4.8	4.52										
PROME	12.68	12.90	14.40	14.44	3.35	3.58	4.03	3.61	4.62	4.37										
DIO																				
C.V.	4.44	2.48	7.16	6.43	22.40	19.69	12.41	6.61	7.43	4.13										
S.D.	0.56	0.32	1.03	0.93	0.75	0.70	0.50	0.24	0.34	0.18										
MIN	11.90	12.49	13.10	13.33	2.60	2.70	3.50	3.16	4.10	4.17										
MAX	13.20	13.22	15.90	15.87	4.50	4.64	4.80	3.80	5.10	4.60										
2 S.D.	1.13	0.64	2.06	1.86	1.50	1.41	1.00	0.48	0.69	0.36										

ANEXO 8

Tabla 37. Resultados de alimento de cerdo adaptación F2

	%H.OBTENI	%H.EXTER	%P.OBTENI	%P.EXTER	%G.OBTENI	%G.EXTER	%F.OBTENI	%F.EXTER	%C.OBTENI	%C.EXTER
	DO	NO								
	14.4	12.1	14.2	14	4.6	4.64	3.8	3.74	5.1	5.78
	12.5	13.16	13.6	13.49	4	4.26	4	3.61	4.5	4.39
	12.2	12.51	14.2	13.31	4.4	4.64	4.5	3.77	4.4	4.34
	13.4	13.4	13.6	13.6	3.7	3.7	3.3	3.3	4.7	4.7
	12.8	12.13	12.7	14.24	3.8	4.48	4.3	4.3	4.5	4.64
PROMEDIO	13.06	12.66	13.66	13.73	4.10	4.34	3.98	3.74	4.64	4.77
C.V.	6.67	4.70	4.50	2.78	9.45	9.03	11.70	9.68	6.02	12.27
S.D.	0.87	0.59	0.61	0.38	0.39	0.39	0.47	0.36	0.28	0.59
MIN	12.20	12.10	12.70	13.31	3.70	3.70	3.30	3.30	4.40	4.34
MAX	14.40	13.40	14.20	14.24	4.60	4.64	4.50	4.30	5.10	5.78
2 S.D.	1.74	1.19	1.23	0.76	0.77	0.78	0.93	0.72	0.56	1.17

ANEXO 9

Tabla 43. Resultados de alimento de cerdo fase Gestación.

	%H.OBTENI	%H.EXTER	%P.OBTENI	%P.EXTER	%G.OBTENI	%G.EXTER	%F.OBTENI	%F.EXTER	%C.OBTENI	%C.EXTER
	DO	NO								
	12.3	12.35	13.2	13.36	3.4	4.11	5.3	4.7	4.4	4.29
	12.9	12.84	14.1	13.47	3	3.8	5.3	4.93	4.5	4.48
	11.7	12.47	15.2	14.73	3.5	3.96	3.6	3.98	4.8	5.39
	12.6	12.69	13.4	13.7	3	3.68	6.2	4.95	4.5	4.62
	11.6	12.07	15.2	13.21	3.4	4.41	6	5.14	5.4	4.52
PROME	12.22	12.48	14.22	13.69	3.26	3.99	5.28	4.74	4.72	4.66
DIO										
C.V.	4.61	2.40	6.72	4.43	7.39	7.13	19.38	9.55	8.66	9.13
S.D.	0.56	0.30	0.95	0.61	0.24	0.28	1.02	0.45	0.41	0.43
MIN	11.60	12.07	13.20	13.21	3.00	3.68	3.60	3.98	4.40	4.29
MAX	12.90	12.84	15.20	14.73	3.50	4.41	6.20	5.14	5.40	5.39
2 S.D.	1.13	0.60	1.91	1.21	0.48	0.57	2.05	0.91	0.82	0.85

ANEXO 10

Tabla 49. Resultados de alimento de cerdo fase lactancia

	%H.OBTENI	%H.EXTER	%P.OBTENI	%P.EXTER	%G.OBTENI	%G.EXTER	%F.OBTENI	%F.EXTER	%C.OBTENI	%C.EXTER
	DO	NO								
	11.1	11.74	17.3	16.96	5.4	5.14	4.6	4.41	6.2	5.79
	12	12.71	16.6	16.91	5.2	4.67	4.6	3.67	5.5	4.84
	11.5	12.18	17.4	17.26	5.2	4.8	4.5	3.7	6.1	4.87
	11.8	12.13	16.9	17.46	5.5	5.36	5.2	3.68	5.9	4.97
	12.4	12.59	16.6	16.9	5.1	4.66	4.5	3.8	5.6	4.87
PROME	11.76	12.27	16.96	17.10	5.28	4.93	4.68	3.85	5.86	5.07
DIO										
C.V.	4.19	3.17	2.23	1.46	3.11	6.31	6.30	8.21	5.20	8.02
S.D.	0.49	0.39	0.38	0.25	0.16	0.31	0.29	0.32	0.30	0.41
MIN	11.10	11.74	16.60	16.90	5.10	4.66	4.50	3.67	5.50	4.84
MAX	12.40	12.71	17.40	17.46	5.50	5.36	5.20	4.41	6.20	5.79
2 S.D.	0.99	0.78	0.76	0.50	0.33	0.62	0.59	0.63	0.61	0.81

ANEXO 11

Tabla 55. Resultados de alimento de pollo fase inicial

	%OB.HUME	%EXT.HUEM	%OB.PROTE	%EXT.PROTE	%OB.GR	%EXT.GR	%OB.FIB	%EXT.FIB	%OB.CEN	%EXT.CEN
	DAD	DAD	INA	INA	ASA	ASA	RA	RA	IZA	IZA
	12.8	12.98	20.3	19.56	4.6	4.33	2.2	2.41	4.2	5.28
	12.6	12.86	21.1	19.82	4.6	4.5	2.1	2.26	4.4	5.42
	11.9	12.23	19.5	19.72	4.9	4.74	2	2.41	5.1	5.94
	12.5	13.16	15.3	19.59	2.6	4.58	5.7	2.24	3.6	5.3
	12.6	11.44	21.6	22.91	4.6	4.64	2.3	2.3	4.8	5.44
	12.8	11.75	20.3	20.25	4.7	5.66	2.2	2.38	5	
	12.4	11.35	20.2	24.54	4.1	3.88	1.9	2.62	4.8	1.55
	12.6	11.37	20.7	22.77	4.4	4.6	2.2	2.38	4.9	1.55
PROME	12.53	12.14	19.88	21.15	4.31	4.62	2.58	2.38	4.60	4.35
DIO										
C.V.	2.29	6.33	9.83	9.25	16.92	10.81	49.29	5.02	10.96	44.28
S.D.	0.29	0.77	1.95	1.96	0.73	0.50	1.27	0.12	0.50	1.93
MIN	11.90	11.35	15.30	19.56	2.60	3.88	1.90	2.24	3.60	1.55
MAX	12.80	13.16	21.60	24.54	4.90	5.66	5.70	2.62	5.10	5.94
2 S.D.	0.57	1.54	3.91	3.91	1.46	1.00	2.54	0.24	1.01	3.86

ANEXO 12

Tabla 61. Resultados de pollo fase crecimiento.

	%OB.HUME	%EXT.HUEM	%OB.PROTE	%EXT.PROTE	%OB.GR	%EXT.GR	%OB.FIB	%EXT.FIB	%OB.CEN	%EXT.CEN
	DAD	DAD	INA	INA	ASA	ASA	RA	RA	IZA	IZA
	12.3	12.9	19.2	18	6	6.01	1.8	2.63	4.5	4.99
	12.7	13.25	19.8	17.78	5.7	5.68	1.9	2.61	4.8	5.29
	13	13.42	19.7	18.91	5.4	5.22	1.9	2.22	4.2	5.37
	13	13.54	20.4	17.8	5.3	5.57	2	2.56	4.2	5.41
	12.8	13.34	21.2	19.85	5.9	5.66	2.1	2.38	4.4	4.89
	12.3	11.65	20.1	22.12	5.9	5.66	2.2	2.2	5	4.71
	12.6	11.58	21.2	22.15	5.1	6.45	2.4	2.51	4.6	
	11.8	10.83	19.7	20.73	5.9	6.82	2.2	2.45	4.5	4.03
	11.7	11.17	18.7	19.56	6.3	6.45	2	2.91	4.9	4.03
	11.2	10.51	20.5	12.5	6	6.52	2.2	2.91	4.6	5.17
PROME	12.34	12.22	20.05	18.94	5.75	6.00	2.07	2.54	4.57	4.88
DIO										
C.V.	4.90	9.70	4.01	14.71	6.47	8.73	8.83	9.65	5.93	10.90
S.D.	0.60	1.19	0.80	2.79	0.37	0.52	0.18	0.24	0.27	0.53
MIN	11.20	10.51	18.70	12.50	5.10	5.22	1.80	2.20	4.20	4.03
MAX	13.00	13.54	21.20	22.15	6.30	6.82	2.40	2.91	5.00	5.41
2 S.D.	1.21	2.37	1.61	5.57	0.74	1.05	0.37	0.49	0.54	1.06

ANEXO 13

Tabla 67. Resultados de alimento de pollo fase final 1

	%OB.HUME	%EXT.HUEM	%OB.PROTE	%EXT.PROTE	%OB.GR	%EXT.GR	%OB.FIB	%EXT.FIB	%OB.CEN	%EXT.CEN
	DAD	DAD	INA	INA	ASA	ASA	RA	RA	IZA	IZA
	12.3	12.92	18.8	17.46	6.2	5.54	1.7	2.52	4.88	5.74
	12.7	13.38	19.1	19.1	6.1	6.02	1.7	2.5	4.3	5.16
	12.8	13.51	18.8	16.63	5.9	5.94	1.9	2.16	4.3	5.22
	12	11.95	19.2	18.8	6.6	6.76	1.9	2.72	4.2	5.33
	13	12.21	19.6	17.54	5.5	6.33	2	2.61	4.5	5.28
	12.5	12.6	20.3	20.4	6.4	6.4	2.1	2	4.7	4.5
	12.6	12.4	19.3	20.12	6.6	6.55	2.3	2.36	4.9	
	12	11.22	19.7	19.94	6.4	7.06	1.9	2.64	4.7	
	11.6	10.89	19.2	12.5	5.8	6.93	2	2.9	4.7	4.87
PROME	12.39	12.34	19.33	18.05	6.17	6.39	1.94	2.49	4.58	5.16
DIO										
C.V.	3.64	7.24	2.45	13.63	6.12	7.76	9.66	11.22	5.69	7.52
S.D.	0.45	0.89	0.47	2.46	0.38	0.50	0.19	0.28	0.26	0.39
MIN	11.60	10.89	18.80	12.50	5.50	5.54	1.70	2.00	4.20	4.50
MAX	13.00	13.51	20.30	20.40	6.60	7.06	2.30	2.90	4.90	5.74
2 S.D.	0.90	1.79	0.95	4.92	0.75	0.99	0.38	0.56	0.52	0.78

ANEXO 14

Tabla 73. Resultados de alimento de pollo final 2

	%OB.HUME	%EXT.HUEM	%OB.PROTE	%EXT.PROTE	%OB.GR	%EXT.GR	%OB.FIB	%EXT.FIB	%OB.CEN	%EXT.CEN
	DAD	DAD	INA	INA	ASA	ASA	RA	RA	IZA	IZA
	12.2	12.59	17.5	16.09	6.9	6.05	1.7	2.56	4.2	6.4
	13	13.6	17.9	15.72	6.3	6	1.7	2.38	3.9	4.24
	12.9	13.75	18.4	16.41	6.4	6.33	1.7	2.33	4	4.67
	13.1	13.49	18.4	15.94	5.6	6.17	1.8	2.63	4	4.44
	12.4	13.54	18.2	16.58	6.5	5.37	1.7	2.41	4	4.17
	12.8	12.8	19.4	19.4	6.1	6.1	2.5	2.5	4.5	4.5
	13.1	12.19	17.9	19.55	6.4	7.38	1.8	2.27	4.4	
	11.8	11.01	18.6	17.84	7.1	7.37	1.8	2.54	4.9	
	12.6	11.69	18.6	19.54	5.7	5.75	2	2.45	4.3	2
	11.6	10.91	18.3	12.5	7.1	7.64	1.6	2.78	4.5	4.69
PROME	12.55	12.56	18.32	16.96	6.41	6.42	1.83	2.49	4.27	4.39
DIO										
C.V.	4.29	8.56	2.80	13.00	8.17	12.02	14.12	6.07	7.33	27.24
S.D.	0.54	1.07	0.51	2.21	0.52	0.77	0.26	0.15	0.31	1.20
MIN	11.60	10.91	17.50	12.50	5.60	5.37	1.60	2.27	3.90	2.00
MAX	13.10	13.75	19.40	19.55	7.10	7.64	2.50	2.78	4.90	6.40
2 S.D.	1.08	2.15	1.03	4.41	1.05	1.54	0.52	0.30	0.63	2.39

BIBLIOGRAFÍA

Piña. E (2018) elaboración de tablas de alimento balanceado para cerdo y pollo.

Alomar, D., Fuschlocher, R. (1998) Fundamentos de la espectroscopia de reflectancia en el infrarrojo cercano (NIRS) como método de análisis de forrajes. En: Agrosur, Vol 26, Nº1, Valdivia, Chile.

Birth, G.S. and Hetch, H.G. (1987) Near Infrared Technology in the agricultural and Food Industries. Amer. Assoc. Cereal. Chem.

Büning-Pfaue, H., Hartmann, R., Harder. J., Kehraus, S. y Urban, C. (1998) NIR spectrometric analysis of food. Methodical development and achievable performance values. Fresenius J Anal Chem, p. 832–835.

Cozzolino, D. (2000) Uso de la espectroscopia de reflectancia en Infrarrojo cercano (NIRS) en el análisis de alimentos para animales. Agro ciencia Vol. 6, no. 2, pp. 25-32.

Cozzolino, D., Fassio, A. y Fernández, E. (2003) Uso de la Espectroscopia de reflectancia en el Infrarrojo Cercano para el análisis de calidad de ensilaje de Maíz. Agricultura Técnica, Vol. 63, No. 4. pp. 387-393.

García. J. y Cozzolino, D. (2006) Uso de la espectroscopia de reflectancia en el infrarrojo cercano (NIR) para predecir la composición química de forrajes en modelos de calibración amplia. En: Agricultura Técnica, Vol. 66 No. 1, Chile.

CENICAÑA. 1999. Espectroscopia de infrarrojo cercano NIRS.

Groenewald, T. and Koster, H. (2006) Espectroscopia de infrarrojo cercano (NIRS) la técnica de análisis rápidos del futuro. 2006.

Garrido, V.A, Pérez, M.D, Guerrero, J.E y Gómez, C.A. (2000) Avances en la utilización de la tecnología NIRS, aplicaciones en producción animal. Universidad Politécnica de Córdoba, España.

Givens, D.I., and Deaville, E.R. (1999).The current and future role of Near Infrared Reflectance Spectroscopy in animal nutrition. Review. Aust. J. Agric. Res. Vol 50, pp 1131-1145.

Gonzales, M., Alvarez, N. y Hernandez, J.(2006) Instantaneous determination of crude proteins, fat and fibre in animal feeds using near infrared reflectance spectroscopy technology and a remote reflectance fibre-optic probe, Animal Feed Science and Technology, Vol, 128, 2006, pp.165 a 171.

Benavente Ana, Ato Manuel, López J.Juan. (2006) Procedimientos para detectar y medir el sesgo entre observadores. Anales de Psicología. 22(1), 161-167.

Borjas O. Eva, (2002) Establecimiento y validación de curvas de calibración NIRs para determinar la calidad química del jamón Virginia (Trabajo de graduación presentado como requisito parcial para optar al título de Ingeniero en Agroindustria) Zamorano, Honduras.

Adesogan, A.T. (2006) Critical Evaluation of Selected Nutritive Values Methods Proceedings. 13 th Annual Florida Ruminant Nutrition Symposium, 2002, pp 33-47.

End: <http://www.animal.ufl.edu/dairy/2002ruminantconference/adesogan.ht>

m enero 26/ 2:30 pm.

Bakrie, B. (2000) Improvement of nutritive quality of crop by products using bioprocess technique and their uses for animals. Indonesia.

www.ias.unu.edu/proceedings/icibs/ibs/info/indonesia/bakrie1

Cozzolino, D., Fassio, A. and Jiménez, A. (2000) the use of near infrared reflectance spectroscopy (NIRS) to predict the composition of whole maize plant. J.Sci.Food Agric. Vol. 81. 2000. <http://fagro2.fagro.edu.uy/agrociencia/vol6/2/p25-35.pdf> Enero 26/4:45 pm
En: http://www.engormix.com/espectroscopia_infrarrojo_cercano_nir_s_articulo_los_577_BAL.htm sep 7 de 2006 7:40 pm