

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS PECUARIAS

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA ZOOTECNISTA



TESIS

DETERMINACIÓN DE LA CURVA DE LACTANCIA EN GANADO VACUNO
HOLSTEIN EN EL ESTABLO “SAN JOSÉ” S.A.C., VIRÚ – LA LIBERTAD

Para Optar el Título Profesional de:

INGENIERO ZOOTECNISTA

Presentado por el Bachiller:

RUDY LEONARD CRISOLOGO CARRANZA

Asesores:

Dr. JORGE PIEDRA FLORES

M.Cs. EDUARDO ALBERTO TAPIA ACOSTA

CAJAMARCA – PERÚ

2020



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

"Norte de la Universidad Peruana"
Fundada por Ley 14015 del 13 de febrero de 1962
FACULTAD DE INGENIERIA EN CIENCIAS PECUARIAS
Ciudad Universitaria 2J-Anexos 1110



ACTA QUE PRESENTA EL JURADO CALIFICADOR DE LA SUSTENTACIÓN DE TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO ZOOTECNISTA

De acuerdo a lo estipulado en el Reglamento de Graduación y Titulación de la Facultad de Ingeniería en Ciencias Pecuarias de la Universidad Nacional de Cajamarca, para optar el Título Profesional de **INGENIERO ZOOTECNISTA**, se reunieron virtualmente, siendo las 3 horas con .10 minutos del día 16 de **noviembre** del 2020, los siguientes Miembros del Jurado y el (los) Asesores.

DR. M.V. LUIS ASUNCION VALLEJOS FERNÁNDEZ
M.CS. ING. LINCOL ALBERTO TAFUR CULQUI
M.CS. ING. JORGE RICARDO DE LA TORRE ARAUJO

PRESIDENTE
SECRETARIO
VOCAL

ASESOR (ES):

DR. JORGE PIEDRA FLORES
ING. M.CS. EDUARDO ALBERTO TAPIA ACOSTA.

Con la finalidad de recepcionar y calificar la Sustentación de la Tesis titulada:

Determinación de la curva de lactancia en el estable "San José" S.A.C., Virú - La Libertad

La misma que fue realizada por el (la) Bachiller: **Rudy Leonard Crisólogo Carranza**

A continuación, el Jurado procedió a dar por iniciado el acto académico, invitando al (los) Bachiller (es) a sustentar dicha tesis.

Concluida la exposición, los Miembros del Jurado formularon las preguntas pertinentes, luego el Presidente del Jurado invita a la participación del asesor y de los asistentes.

Después de las deliberaciones de estilo el Jurado anunció por **Unanimidad** con la nota de **diecisiete (17)**.

Siendo las 5 horas con 46 minutos del mismo día el Jurado dio por concluido el acto

.....
Dr. M.V. Luis Asunción Vallejos Fernández
Presidente

.....
M.Cs. Ing. Lincol Alberto Tafur Culqui
Secretario

.....
M.Cs. Ing. Jorge Ricardo de la Torre Araujo
Vocal

.....
Dr. Jorge Piedra Flores
Asesor

.....
Ing. M.Cs. Eduardo Alberto Tapia Acosta
Asesor

DEDICATORIA

A mi familia, con la esperanza que signifique respirar nuevos aires de cara a un futuro más alentador.

AGRADECIMIENTO

Dado que todo lo bueno de la vida, proviene de Dios Todopoderoso, Agradezco infinitamente a Él que me haya permitido cumplir este objetivo.

Me considero privilegiado de haber nacido en una familia sencilla con padres excelentes que se esforzaron por enseñarme con el ejemplo. Gracias José y Matilde, mis padres.

Gracias a mi esposa y a mi pequeña Nathalia.

Finalmente, un agradecimiento especial a mis asesores Dr. Jorge Piedra Flores y M.Cs. Eduardo Alberto Tapia Acosta por su valiosa guía, y a la empresa Establo “San José” S.A.C., Virú – La Libertad, fuente de toda la información como base de ésta tesis.

ÍNDICE

DEDICATORIA.....	iii
AGRADECIMIENTO	iv
ÍNDICE.....	v
ÍNDICE DE TABLAS.....	vii
ÍNDICE DE FIGURAS	viii
RESUMEN.....	ix
ABSTRACT	x
CAPÍTULO I.....	1
I.1. Planteamiento del problema	1
I.1.1. Contextualización del problema	1
I.1.2. Formulación del problema	1
I.2. Justificación e importancia	2
I.3. Objetivos.....	2
I.3.1. Objetivo general.....	2
I.3.2. Objetivos específicos	2
CAPÍTULO II.....	3
CAPÍTULO III	8
III.1. Hipótesis.....	8
III.1.1. Hipótesis general	8
III.2. Variables.....	8
CAPÍTULO IV	9
IV.1. Ubicación geográfica.....	9
IV.1.1. Datos geográficos y climatológicos	9
IV.2. Diseño de Investigación	10
IV.3. Métodos de investigación	11
IV.4. Población y muestra	11
IV.4.1. Población.....	11
IV.4.2. Muestra.....	11

CAPÍTULO V	12
V.1. Presentación de resultados y discusión.....	12
CONCLUSIONES.....	31
RECOMENDACIONES.....	33
REVISIÒN BIBLIOGRÀFICA.....	34
ANEXOS.....	36
GALERIA DE FOTOS.....	110

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Resumen de indicadores de la primera lactancia (año 2015).....	12
Tabla 2 Resumen de indicadores de la segunda lactancia (año 2015).....	13
Tabla 3. Resumen de indicadores de más de tres lactaciones (año 2015).....	15
Tabla 4. Resumen de indicadores de la primera lactancia (año 2016).....	16
Tabla 5. Resumen de indicadores de la segunda lactancia (año 2016).....	17
Tabla 6. Resumen de indicadores de más de tres lactaciones (año 2016).....	18
Tabla 7. Resumen de indicadores de la primera lactancia (año 2017).....	19
Tabla 8. Resumen de indicadores de la segunda lactancia (año 2017).....	20
Tabla 9. Resumen de indicadores de más de tres lactaciones (año 2017).....	22
Tabla 10. Resumen de indicadores de la primera lactancia (año 2018).....	23
Tabla 11. Resumen de indicadores de la segunda lactancia (año 2018).....	24
Tabla 12. Resumen de indicadores de más de tres lactaciones (año 2018).....	25

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Curvas primera lactancia 2015	12
Gráfico 2. Curvas de segunda lactancia (año 2015).	13
Gráfico 3. Curvas de más de tres lactaciones (año 2015).....	15
Gráfico 4. Curvas de primera lactancia (año 2016).....	16
Gráfico 5. Curvas de segunda lactancia (año 2016)	17
Gráfico 6. Curvas de más de tres lactaciones (año 2016).....	18
Gráfico 7. Curvas de primera lactancia (año 2017).....	19
Gráfico 8. Curvas de segunda lactancia (año 2017)	21
Gráfico 9. Curvas de más de tres lactaciones (año 2017).....	22
Gráfico 10. Curvas de primera lactancia (año 2018).....	23
Gráfico 11. Curvas de segunda lactancia (año 2018)	24
Gráfico 12. Curvas de más de tres lactaciones (año 2018).....	25

RESUMEN

Los cambios en la producción de leche y el tiempo determinado pueden ser representados gráficamente por una curva de lactancia que permite la caracterización del sistema productivo. Determinar curvas de lactancia en el ganado Holstein por medio del modelo de Wood explica el efecto del número de lactancia y el periodo de parición y año sobre el comportamiento productivo, siendo éste el objetivo de la investigación que fue realizado en el establo “San José” S.A.C., Virú-La Libertad. Se utilizaron 5330 datos quincenales de producción de leche provenientes de 268 lactaciones, correspondientes a una, dos y más de tres lactancias en tres períodos (enero-abril, mayo-agosto y setiembre-diciembre) durante los años 2015, 2016, 2017 y 2018. Se determinó el efecto de la época de parto sobre las curvas de lactancia, concluyendo que las pariciones de setiembre a diciembre y de enero a abril evidencian menores producciones diarias promedio de leche durante toda la campaña, comparado con las pariciones de mayo a agosto. Asimismo, las altas temperaturas afectan el comportamiento productivo de las vacas limitando la persistencia por un rápido descenso de la curva de lactancia disminuyendo los días de pico de lactancia para mantener curvas de lactancia normales con producciones diarias altas por campaña, que requiere agrupar lactaciones en épocas con temperaturas bajas comparado con los golpes de calor que sufren las vacas en el verano.

Palabras Clave: Curvas de lactancia, Modelo de Wood, comportamiento productivo.

ABSTRACT

The changes in milk production and the determined time can be represented graphically by a lactation curve that allows the characterization of the productive system. Determining lactation curves in Holstein cattle by Wood's model explains the effect of lactation number, calving period and year on productive behavior, being this the aim of the research that was carried out in the “San José” stable SAC, Virú-La Libertad. 5330 fortnightly milk production data from 268 lactations, corresponding to one, two and more than three lactations in three periods (January-April, May-August and September-December) during the years 2015, 2016, 2017 and 2018 were used. The effect of calving season on lactation curves was determined, concluding that calving from September to December and from January to April show lower average daily milk productions throughout the campaign, compared to calving from May to August. Likewise, high temperatures affect the productive behavior of cows, limiting persistence due to a rapid decrease in the lactation curve, reducing the peak lactation days to maintain normal lactation curves with high daily productions per season, which requires grouping lactations in seasons with low temperatures compared to the heat strokes that cows suffer in the summer.

Key Words: Lactation curves, Wood's model, productive behavior.

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

I.1. Planteamiento del problema

I.1.1. Contextualización del problema

En el Perú, particularmente en la Costa se viene utilizando diversas razas o cruces especializados en el rendimiento lechero, con características de adaptabilidad a diferentes condiciones de medio ambiente y manejo, cuyo propósito es obtener altas cantidades de leche. La producción de leche de las vacas desde el final de la fase calostrual hasta la seca permite graficar la curva de lactancia, que indica la producción inicial, el pico de la producción, la persistencia y ajustarlo a los días la producción de leche en vacas que no han terminado la lactancia. Quintero *et al.*, (2007).

Para describir la producción de leche se han propuesto diversos modelos matemáticos. En el ganado lechero, la modelación de curvas de lactancia ha sido objeto de una extensa investigación (Vargas et al. 2000, White et al. 2000). La ecuación más ampliamente utilizada fue derivada de la función gama incompleta propuesto por Wood (Wood 1967). Para el caso particular del establo San José S.A.C., ubicado en la Costa Norte, Provincia de Virú, Región La libertad se estableció las curvas de lactancia teniendo como base datos de producción quincenal desde el año 2016 hasta fines del 2018 tomando como criterio de agrupamiento de las vacas el número de lactaciones (primera, segunda y tercera a más), período o época de inicio (enero a abril, mayo a agosto, setiembre a diciembre) que nos permite identificar los cambios en tres períodos al interior de cada año y entre un año y otro, según el número de lactación y analizar las posibles causas de variación, con la finalidad de determinar el periodo o época en que se afecta negativamente la producción de leche y plantear algunas alternativas de solución.

I.1.2. Formulación del problema

¿Es posible la determinación de las curvas de lactancia en ganado Holstein en el tiempo con predicciones del comportamiento productivo en tres períodos (enero-abril, mayo-agosto y setiembre-diciembre) durante los años 2015, 2016, 2017 y 2018 en el establo “San José” S.A.C., Virú-La Libertad y proponer alternativas de solución en caso de que éste se afecte negativamente?

I.2. Justificación e importancia

Determinar las curvas de lactancia en ganado Holstein en el establo lechero San José S.A.C, es de vital importancia ya que describe la producción de leche de una vaca desde el fin de la fase calostrala hasta el momento del secado, mostrando la cantidad de litros de leche al inicio de campaña, el día que alcanza el pico de producción, los días de producción máxima, la persistencia y la producción diaria promedio durante el ciclo de producción láctea. Debido a que la forma de la curva de lactación es regularmente constante, la producción de leche al inicio de la curva puede ser utilizada para predecir la producción en la lactación completa. El análisis de la forma de la curva de lactación ayuda a identificar problemas de alimentación y manejo si las vacas no alcanzan los picos esperados.

I.3. Objetivos

I.3.1. Objetivo general

Determinar las curvas de lactancia en ganado Holstein por medio del modelo de predicción de Wood en tres períodos (enero-abril, mayo-agosto y setiembre-diciembre) durante los años 2015, 2016, 2017 y 2018 en el establo “San José” S.A.C., Virú-La Libertad.

I.3.2. Objetivos específicos

- Graficar las curvas de lactancia en vacas de primera, segunda y tercera a más lactancias, en tres períodos o épocas durante los años 2015, 2016, 2017 y 2018.
- Determinar las cantidades de leche por día en que se alcanza el pico de producción, días de máxima producción y persistencia, según el periodo, número de lactación y el año.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

Los cambios en la producción de leche en un tiempo determinado pueden ser representados gráficamente por una curva de lactancia que permite la caracterización de los diferentes sistemas productivos. Cañas Álvarez et al., (2009).

Quintero et al., (2007) describe la curva de lactancia como un proceso biológico que puede ser explicado por medio de una función matemática útil en el pronóstico de la producción total a partir de muestras parciales, planificación del hato con la ayuda de la predicción confiable de la producción y la selección a partir del conocimiento de las relaciones entre las diferentes partes de la curva. El mismo autor al hacer referencia a Madsen (1975), citado por Ochoa (18), considera de interés práctico el estudio del perfil de la curva de lactancia por varias razones:

- Cuando el alimento es suministrado de acuerdo con la producción estimada con anterioridad, una vaca que tiene una curva de lactancia más plana necesita menos concentrado durante una lactancia en relación con otra de igual producción total, pero con una curva más empinada.
- Una alta producción de leche al comienzo de la lactancia requiere de la vaca una alta actividad fisiológica, lo que a menudo conduce a desordenes reproductivos o enfermedades metabólicas. Por consiguiente, una moderada producción inicial combinada con una alta persistencia es preferible a una alta producción inicial y un rápido descenso.
- El conocimiento de la probable configuración de la curva de lactancia permitiría realizar ensayos nutricionales mucho más eficientes, puesto que las diferencias entre tratamientos son más fáciles de detectar cuando los animales son agrupados de acuerdo con la curva esperada.

Según Buxadé (1995) citado por Alquina Yanacallo y Guamán Cuyachamín (2012), los componentes de la curva de lactancia consideran:

La producción inicial, estimada por el promedio de producción del cuarto al sexto día postparto, una vez finalizado el período calostrado.

La producción máxima, es la producción de leche diaria en el pico de la curva. Suele presentarse hacia las 3-6 semanas después del parto.

La producción total, es la suma de las producciones lecheras diarias.

Crecimiento en la fase ascendente, se define mediante la diferencia entre la producción máxima y producción inicial. Aquí se toma en cuenta el denominado pico de producción, que representa la máxima producción que alcanza la vaca en un momento.

Coefficiente de persistencia, se calcula como el porcentaje de producción de leche diaria que se mantiene al transcurrir un tiempo determinado; es decir, es el grado de mantenimiento y declinación de la producción láctea de la vaca a través de su lactancia; la persistencia se evalúa después del pico.

Las etapas productivas en la lactancia se dividen en tercios:

El Primer tercio se extiende desde el momento del parto hasta los 100 días de lactancia donde ocurren los siguientes eventos: Etapa donde se alcanza el pico de la lactancia y aproximadamente el 45% del total de la producción de leche, a los primeros 20 días postparto la vaca presenta la primera ovulación sin síntomas de celo, la cual debe ser revisada 30 días postparto para determinar si la involución uterina se realiza en forma normal y si sus ovarios están ciclando o no. Se considera que la vaca puede iniciar una nueva gestación a los 80 días sin inconvenientes, en este período debería estar preñada, certificación de la preñez al final del primer tercio.

El segundo tercio de lactancia se extiende desde los 100 días hasta los 200 días de lactancia, etapa en la cual se obtiene el 32% de producción total de leche aproximadamente. Si el manejo reproductivo ha sido óptimo la vaca se encontrará en el primer tercio de gestación, de lo contrario se deberá investigar el problema.

El Tercer tercio de la lactancia se extiende desde los 200 hasta los 300 días de lactancia; en esta etapa la vaca se encuentra en el segundo tercio de gestación, aquí se obtiene aproximadamente el 23% de producción total de leche; al final se debe hacer la terapia de secado.

Período seco, es el período que va desde el final de la lactancia al parto siguiente, la vaca debe secarse en el séptimo mes de gestación, lo que coincide con 10 meses de lactancia. Este período tiene como objetivo recuperar la condición corporal, regeneración de tejidos y preparar la glándula mamaria para la lactancia siguiente.

Al estudiar las curvas de lactación reales, se observan diferencias notables entre vacas, en cuanto a su duración; además, la lactancia puede prolongarse más de 12 meses en vacas que no quedan gestantes.

Hayes et al., (2016) señalan a los parámetros de las curvas de lactancia como indicador directo de la eficiencia productiva de un establo lechero e indirecto de la eficiencia reproductiva. Para obtener los datos ajustados en estas curvas se realizan controles lecheros. Estos son mediciones de los litros producidos por animal por día y se repiten a lo largo de cada lactancia. El monitoreo de la producción a partir de indicadores tales como los litros al pico de producción y los días al pico de lactancia, permiten analizar el desempeño productivo de un establecimiento, básico para la administración y gestión del establo, a su vez y nos permite ver el posicionamiento de éste a nivel regional.

Según Bretschneider et al., (2015) la curva de lactancia representa la producción de leche a lo largo del ciclo productivo, el cual dura aproximadamente 305 días. El pico de lactancia es definido como el nivel más alto de producción de leche, este se produce en el primer tercio o dentro de los 90 primeros días de la lactación o en leche. Existe una relación positiva entre el pico y la subsecuente producción de leche a lo largo de la lactancia. Dicho de otra manera, a medida que los litros de leche al pico incrementan, también incrementan los litros totales producidos por lactancia. En general, a partir del parto, la producción incrementa rápidamente (tasa de ascenso) hasta alcanzar el pico e inmediatamente después la misma desciende gradualmente (tasa de descenso) hasta llegar al final de la lactancia. El término persistencia usualmente se refiere a la tasa de descenso en la secreción de leche a partir del pico de producción habiendo una relación inversa entre la tasa de descenso y la persistencia. Visto de otra manera, la persistencia de la curva de lactancia tiene que ver con la habilidad de la vaca para mantener niveles elevados de producción después de haber alcanzado el pico de lactancia. Además, del factor genético, el pico de producción y la persistencia de la lactancia son influenciados por factores asociados al manejo nutricional (ej. inadecuado balance de la dieta), al estatus sanitario (ej. mastitis) y/o al ambiente de producción del rodeo (ej. estrés asociado al manejo y a instalaciones inadecuadas). De los factores anteriormente mencionados se destaca el desbalance nutricional que es uno de los más relevantes. Por otro lado, Bauman (1999), citado por Tarrillo (2011) menciona que el uso de somatotropina bobina recombinante (STBr) altera de forma marcada la curva de lactancia, lo cual tiene como resultado una mayor producción máxima de leche y un aumento en la persistencia a lo largo del ciclo de lactancia.

El conocimiento de la curva de producción de leche en el tiempo es de gran interés, ya que permite hacer predicciones de comportamiento, conocer en un momento dado el rendimiento lechero, con respecto a lo esperado; además de hacer balances alimentarios y realizar extensiones de lactancia, a partir de registros parciales. En el trabajo genético estas curvas permiten predecir el comportamiento de las madres, información que puede utilizarse en la preselección de animales jóvenes destinados a las pruebas de comportamiento. Fraga et al., (2003).

Luis Rodríguez et al., (2005) manifiesta que un modelo matemático adecuado que describa las curvas de lactancia en los diferentes sistemas de producción lechera es aquel que permite predecir la producción máxima y el lapso para que aquello ocurra, la capacidad de mantener la producción durante la fase descendente (persistencia) y la producción total de una campaña estándar de 305 días.

Según Rekaya et al., (1995) citado por Apaza-Huallpa et al., (2016), para caracterizar las curvas de producción láctea es necesario conocer los modelos que mejor las definen, éstos permiten predecir los valores esperados y, ayudan a estimar los coeficientes para conocer los valores más probables de las lactancias extendidas. Esta metodología se basa en la obtención de una curva de lactancia estándar para grupos de animales, a partir de la cual y, en combinación con la parte conocida de la lactancia, se estime la producción en los controles faltantes y, posteriormente, la producción total.

Según Cañas Álvarez et al., (2009) en la estimación de las curvas de lactancia en ganado Holstein y Blanco Orejinegro (BON) x Holstein en trópico alto colombiano evidenciaron entre partos diferencias significativas en las características producción inicial, desaceleración de la curva, producción de leche en el pico, producción por día, pendiente o grado de inclinación posterior al pico, persistencia, porcentaje de persistencia y número de semanas por encima de 15 litros ($P < 0.05$). Entre las épocas no hubo diferencias significativas a excepción del número de semanas por encima de 15 litros ($P < 0.05$).

La curva de lactancia estándar es creciente hasta un pico que se da entre las 4 y las 8 semanas posteriores al parto y luego decrece; sin embargo, la forma de la curva de lactancia puede variar según la época o el mes de parto de la vaca. Macciotta et al., (2006), citado por María Dutto (2012).

Dumont et al. (1980) citado por Soto García (2016) manifiesta que, las distintas épocas de parto en vacas lecheras determinan variadas respuestas de producción, composición láctea, aspectos reproductivos y económicos en el predio.

Rodríguez (2004) citado por Flores (2007) realizó un estudio sobre parámetros productivos en la Cuenca de Lima, estimando los siguientes resultados; las vacas de primer parto llegan al pico de producción a los 60 días post parto con 26.9 Kg de leche y una persistencia de 6.9 en comparación con las de segundo y tercer parto que llegan al pico de producción a los 41 y 42 días con producciones de 31.9 y 33.9 Kg de leche respectivamente y una persistencia de 6.5.

CAPÍTULO III

PLANTEAMIENTO DE LA HIPÓTESIS Y VARIABLES

III.1. Hipótesis

III.1.1. Hipótesis general

Es posible la determinación de las curvas de lactancia y el comportamiento productivo del ganado vacuno Holstein en el establo San José S.A.C.,Virú- La Libertad a partir de los datos quincenales de producción lechera de los años 2015, 2016, 2017 y 2018.

III.2. Variables

- Comportamiento productivo de la leche.

- Curvas de lactancia.

CAPÍTULO IV

MARCO METODOLÓGICO

IV.1. Ubicación geográfica

La investigación se realizó en el establo de ganado lechero “San José” S.A.C., ubicado en el anexo Compositán, Distrito y Provincia de Virú, Región La Libertad.

IV.1.1. Datos geográficos y climatológicos

- Coordenadas: Latitud 8°24'51'' Sur, 78°45'8' Oeste
- Precipitación promedio anual: 320 mm/año
- Altitud: 77 msnm
- Humedad relativa: 72%.

Fuente: SENAMHI - La Libertad, 2018

- Temperatura

En Virú, los veranos son cortos, calientes y nublados; y los inviernos son largos, secos y parcialmente nublados. Durante el transcurso del año, la temperatura generalmente varía de 16 °C a 26 °C y rara vez baja a 14 °C o sube más de 28 °C.

La temporada templada dura 2,4 meses, del 23 de enero al 5 de abril, y la temperatura máxima promedio diaria es más de 25 °C. La temporada fresca dura 4,5 meses, del 1 de julio al 17 de noviembre, y la temperatura máxima promedio diaria es menos de 22 °C. Fuente: <https://es.weatherspark.com>

IV.2. Diseño de Investigación

El diseño metodológico empleado en el estudio considera los siguientes aspectos:

1. Manejo de los animales

Los animales se encontraban bajo un sistema de crianza intensivo, en corrales que albergan entre 20 a 30 animales, los cuales cuentan con sombras a la altura del comedero y en el interior, alimentados con forraje verde (chala de maíz) ad libitum y alimento concentrado entre 6 y 12 kg dependiendo el nivel de producción, además de descarte de espárrago (áprox.20 Kg/vaca).

La distribución de alimento, en dos turnos para el forraje verde; en las horas frescas de la mañana y de la tarde (4.00am-4:00pm), para el tocón (descarte de espárrago) en un único suministro por la mañana (6:00a.m.). El concentrado a razón de tres veces por día (5:00am, 1:00pm y 6:00pm).

El concentrado, formulado y preparado en las instalaciones del establo, elaborado de acuerdo al nivel de producción y etapa fisiológica del animal, teniendo así tres tipos:

Concentrado de Alta: Vacas postparto y primerizas gestantes hasta los 6 meses, de 8 a 10 Kg/vaca.

Concentrado Elite: Vacas multíparas a partir de los 30 días de producción, 12 Kg/vaca.

Concentrado de Media: Para el restante de vacas de producción desde un mes antes del secado, 6Kg/vaca.

2. Control Lechero

Los datos de producción se obtuvieron a partir de Controles Lecheros. Las vacas fueron ordeñadas de forma mecánica tres veces al día, el control lechero consistió en mediciones quincenales e individuales de producción de leche en los tres ordeños (00:00 am, 8:00 am y 3:00 pm).

3. Períodos de parto

Los períodos de parto considerados en el estudio fueron tres, en cuatro meses cada uno. Primer período (enero-abril), segundo período (mayo-agosto) y tercer período (setiembre-diciembre).

4. Modelo de generación de curvas de lactancia

El modelo empleado para la generación de la curva de lactancia fue el propuesto por Wood (1967), el cual describe la siguiente función:

$$y(t) = a t^b e^{-ct}$$

Donde:

$y(t)$ = Producción de leche para la quincena t de lactancia

t = Quincena de lactancia

a = Es un parámetro asociado con el rendimiento al comienzo de la lactancia

b = Es un parámetro asociado con la fase ascendente antes del rendimiento máximo

c = Es un parámetro asociado con la fase decreciente después del rendimiento máximo.

e = La base del logaritmo neperiano.

5. Análisis de datos y generación de curvas de lactancia

Los datos serán procesados utilizando el paquete estadístico Stata 14 y para la curva de lactación se utilizará el modelo de Wood descrito en el acápite anterior.

IV.3. Métodos de investigación

De acuerdo con los objetivos planteados, el estudio fue descriptivo; según el periodo en que se captó la información retrospectiva; por la evolución del fenómeno estudiado transversal; y por el grado de intervención de la investigación observacional.

IV.4. Población y muestra

IV.4.1. Población

Constituida por un total de 7559 datos de controles lecheros quincenales de 322 lactancias de 170 vacas de la raza Holstein desde el año 2015 al 2018. Los animales con lactancias cuya duración era menor a 100 ó mayor a 450 días no fueron tomados en cuenta para este análisis.

IV.4.2. Muestra

Se utilizaron 5330 datos de producción de leche de vacas de primera, segunda y tercera a más lactancias de un total de 268 lactancias entre los años 2015, 2016, 2017 y 2018.

CAPÍTULO V

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

V.1. Presentación de resultados y discusión

A continuación, se presentan las gráficas de las curvas de lactancia, según número de lactancias correspondientes a los años 2015, 2016, 2017 y 2018 en tres épocas o períodos dentro del año:

Tabla 1. Resumen de indicadores de la primera lactancia (año 2015).

Periodo	Nº	R ²	días producción máxima	días pico de lactancia	persistencia	Producción a 305 días
1ero	5	27	10,41	13	4,16	18,71
2do	11	37	14,23	65,34	2,42	23,28
3ero	05	40	11,39	31,78	3,21	21,55

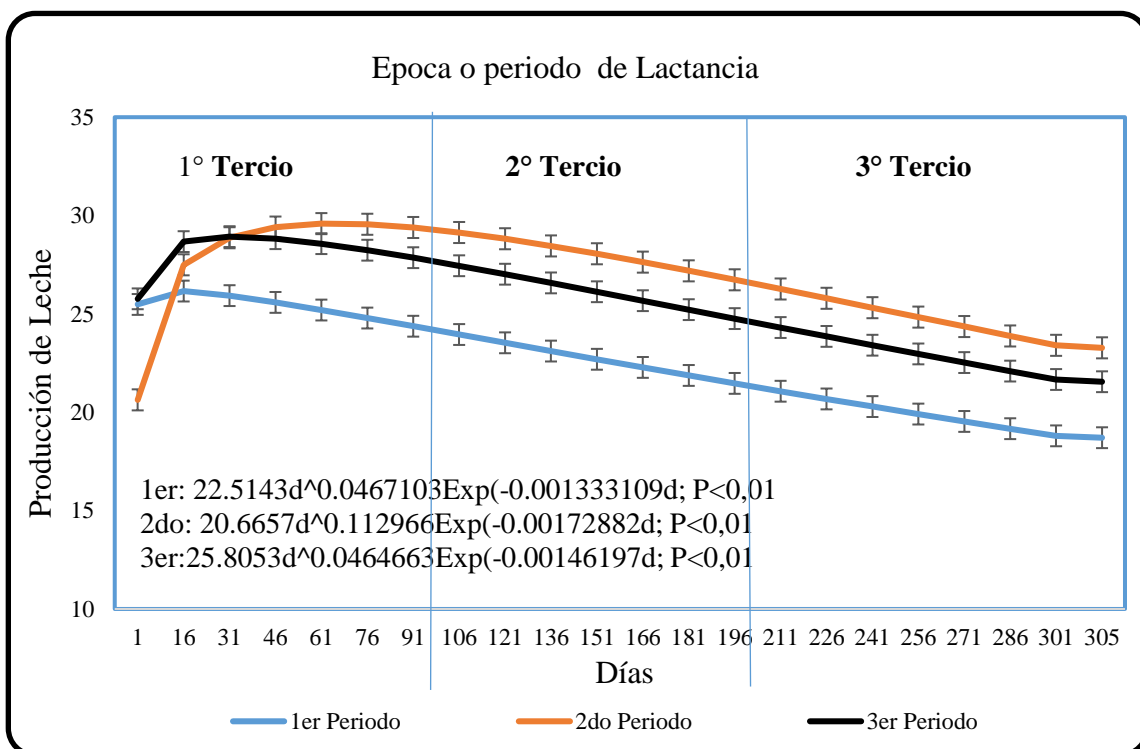


Gráfico 1. Curvas primera lactancia 2015

El gráfico 1 muestra las curvas de primera lactancia, según período de parto; evidenciando que las vacas paridas en el segundo período del año 2015 (mayo-agosto) manifiestan un mejor comportamiento productivo respecto a tercer período (setiembre-diciembre) y primer período (enero-abril), situación que se corrobora con la producción de leche diaria ajustada a 305 días mostrada en la tabla 1, de 23,28 l/d, 21,55 l/d y 18,71 l/d respectivamente, y con lo señalado por Bretschneider et al., (2015) a medida que los litros de leche al pico incrementan, también incrementan los litros totales producidos por lactancia y el promedio. La curva de lactancia correspondiente a las vacas paridas en el primer período muestra una mayor tasa de descenso y menor persistencia.

Tabla 2. Resumen de indicadores de la segunda lactancia (año 2015)

Periodo	N°	R ²	Días Producción máxima	Días Pico de lactancia	Persistencia	Producción a 305 Días
1ero	04	13	12,95	40	2,62	21,73
2do	05	40	15,33	41,24	2,17	19,26
3ero	09	30	12,19	27,64	2,87	22,81

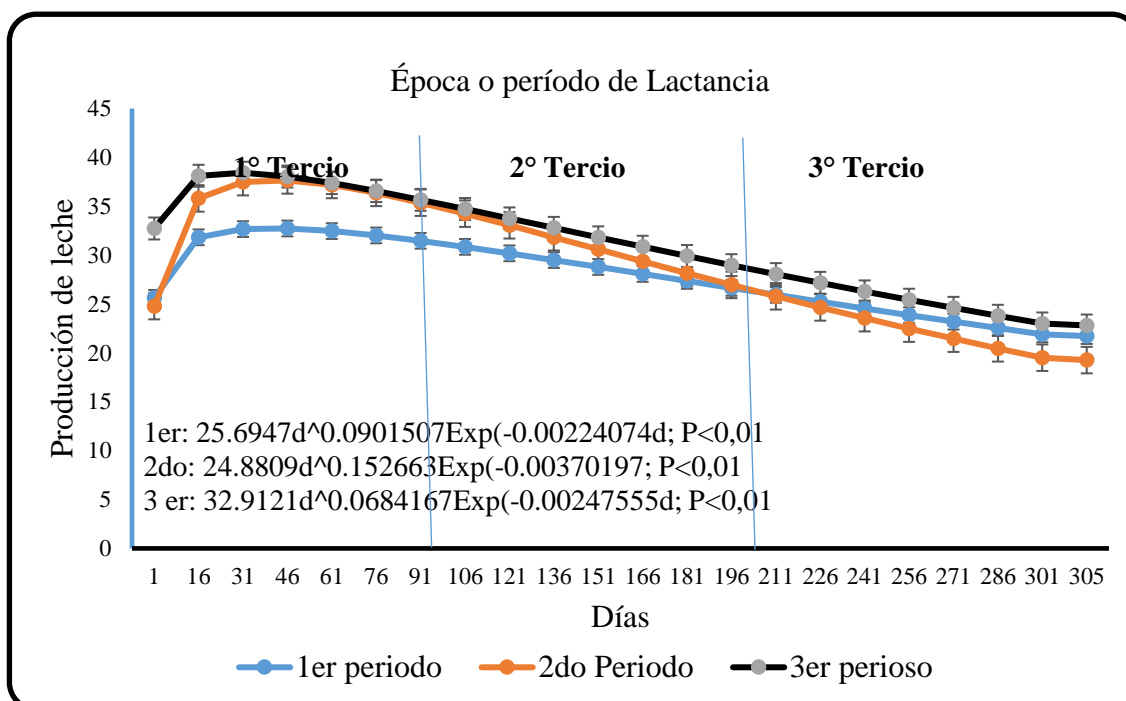


Gráfico 2. Curvas de segunda lactancia (año 2015).

El gráfico 2, muestra las curvas de vacas de segunda lactancia, según período de parto; evidenciando que las vacas paridas en el tercer período (setiembre-diciembre) manifiestan mejor comportamiento productivo respecto a las segundo período (mayo-agosto) y primer período (enero-abril), sin embargo con la producción de leche diaria ajustada a 305 días sucede que la mayor producción se obtiene de las vacas paridas en el tercer período (setiembre-diciembre) 22,81l/d, seguida de las paridas el primer período (enero-abril) 21,73 l/d, y de segundo período (mayo-agosto) 18,71 l/d según tabla 2, situación que puede deberse a que a mayor producción al inicio de la lactancia mayor producción total y por ende mayor promedio diario.

Tabla 3. Resumen de indicadores de más de tres lactaciones (año 2015)

Periodo	Nº	R ²	días producción máxima	días pico de lactancia	persistencia	Producción a 305 días
1ero	05	30	12,46	34	2,75	21,63
2do	11	40	13,05	32,31	2,55	19,28
3ero	03	40	10,84	12,81	3,74	20,80

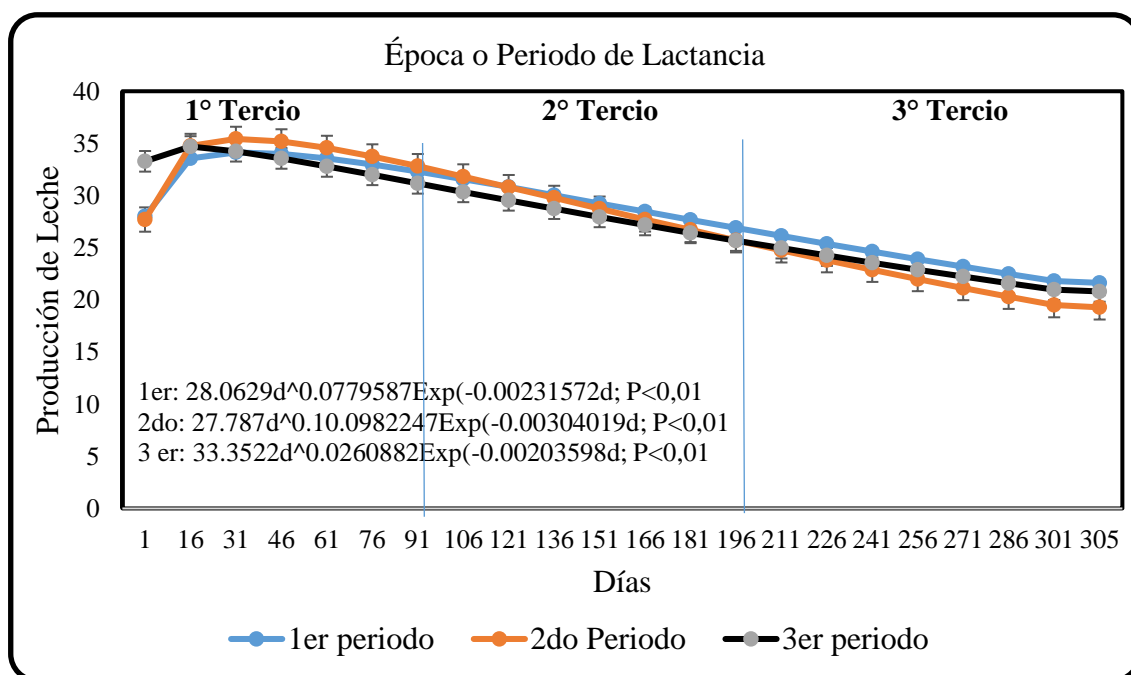


Gráfico 3. Curvas de más de tres lactaciones (año 2015)

El gráfico 3, muestra las curvas de lactancia de vacas de más de tres lactaciones, evidenciando similar comportamiento productivo durante toda la campaña independientemente del período de parición. Respecto con la producción de leche diaria ajustada a 305 días que se muestra en la tabla 3, las vacas paridas en el primer período del año 2015 produjeron 21,63 l/d, mayor al tercer y segundo período de partos 20,80 l/d y 19,28 l/d respectivamente. Probablemente la producción y el comportamiento de las lactancias de los tres períodos, para éste año en particular, sea similar debido a que el 75 % de las vacas adultas paridas en el primer período, tuvieron el parto en el último mes de dicho período (abril), lo que implica que se vieron poco afectadas por la época calurosa.

Tabla 4. Resumen de indicadores de la primera lactancia (año 2016)

Periodo	Nº	R ²	Días Producción máxima	Días Pico de lactancia	Persistencia	Producción a 305 Días
1ero	7	45	17,1	68	2,06	23,68
2do	6	58	17,23	64,84	2,04	22,44
3ero	5	50	15,43	52,13	2,21	22,24

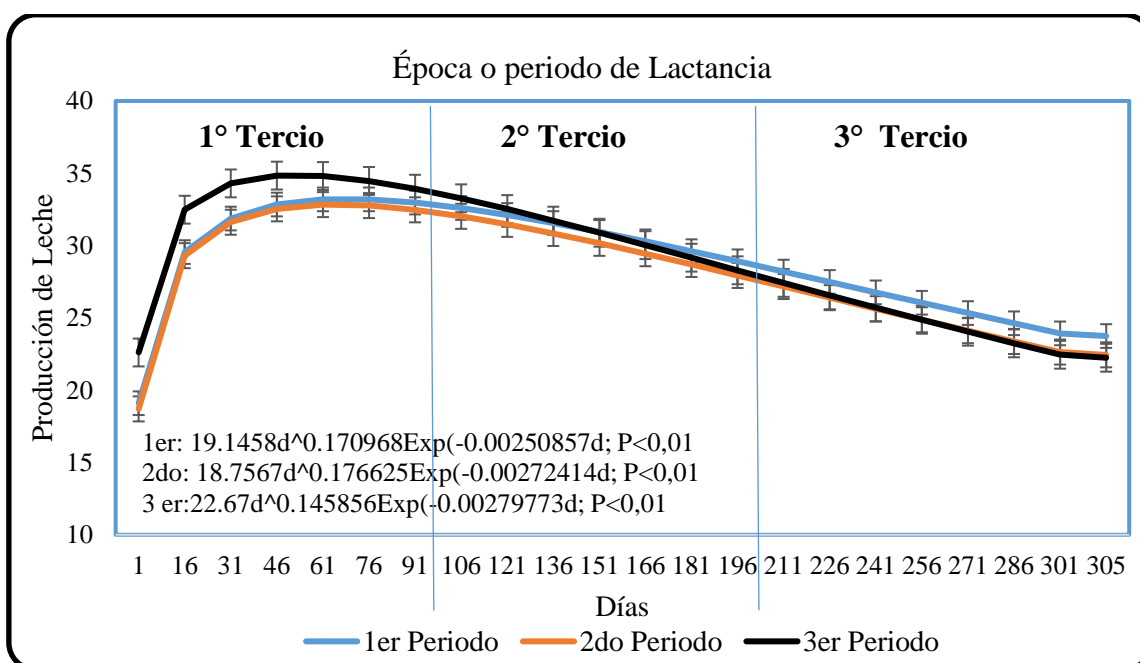


Gráfico 4. Curvas de primera lactancia (año 2016)

El gráfico 4, muestra las curvas de primera lactancia según período de parto, evidenciando que las vacas paridas en el tercer período (setiembre-diciembre) del año 2016 mostraron durante el primer y segundo tercio de lactación mejor comportamiento productivo respecto a las del segundo período (mayo-agosto) y primer período (enero-abril), luego en el último tercio se observa mejora del grupo de vacas paridas en el primer período, mostrándose en la tabla 4, la mayor cantidad de leche producida a los 305 días (23,68 l/d) seguida de las del segundo período (22,44 l/d) y de las del tercer período (22,44 l/d). Se puede justificar que al igual que en el año anterior (2015) las primerizas son más susceptibles a los golpes de calor, pero conforme ocurre cambios de mejor confort se recupera la producción.

Es necesario precisar que, cuando comparamos las curvas de primera lactancia en los tres periodos de parto del año 2016, se evidencia un mejor comportamiento productivo respecto de sus similares en el año 2015; lo que sería consecuencia de la mejora genética agresiva que se ejecutó en el Establo San José, desde inicios del año 2013.

Tabla 5. Resumen de indicadores de la segunda lactancia (año 2016)

Periodo	Nº	R ²	Días Producción máxima	Días Pico de lactancia	Persistencia	Producción a 305 Días
1ero	7	20	13,33	38	2,56	23,74
2do	3	70	13,94	27,06	2,31	16,07
3ero	2	58	10,86	10,1	3,65	18,04

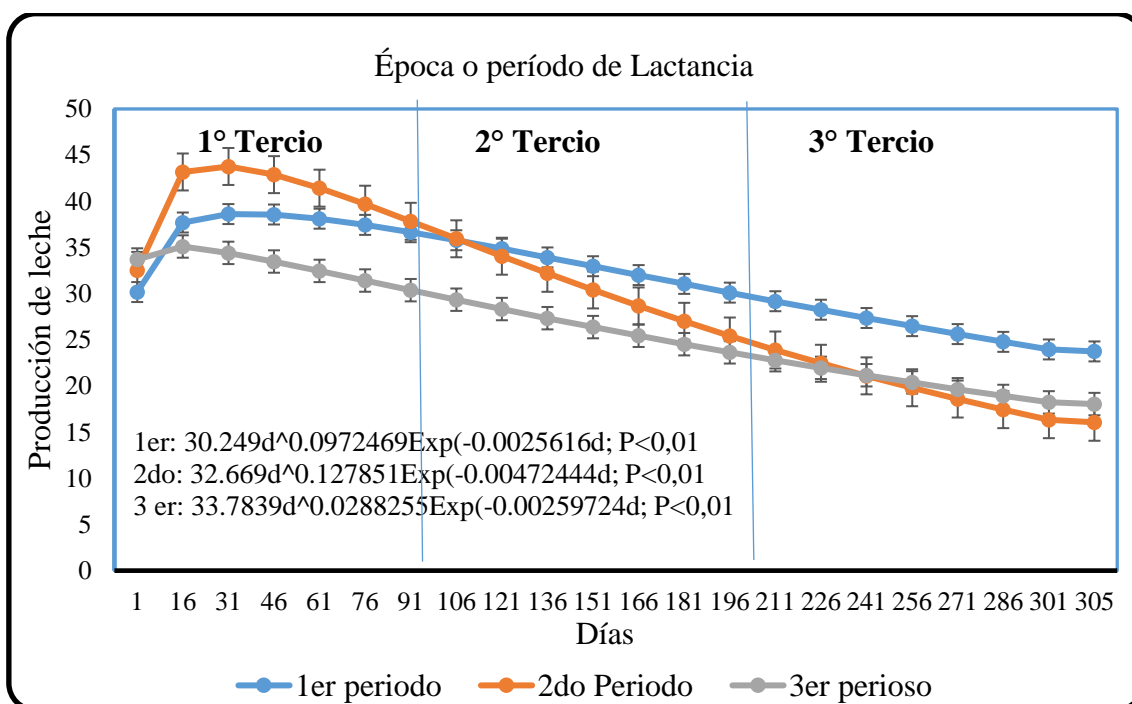


Gráfico 5. Curvas de segunda lactancia (año 2016)

El gráfico 5, muestra las curvas de vacas de segunda lactancia, según período de parto; evidenciando que si bien las vacas paridas en el primer período (enero-abril) del año 2016 empiezan con menor producción durante el primer tercio de lactación con respecto a las de los dos grupos restantes, se observa que en el transcurso del resto de la campaña presentan mayor rendimiento, debido a que se aprecia un menor descenso y mayor persistencia, esto se corrobora en la tabla 5 en la que se observa que la producción

ajustada a 305 días es de 23,74 l/d, superior a las de tercer y segundo período de pariciones que reportaron producciones de 18,04 l/d y 16,07 l/d respectivamente.

Por otro lado, las vacas del segundo período de parición (mayo-agosto) muestran una fuerte caída a partir del segundo tercio de lactación probablemente debido a que durante el segundo semestre del año se presentó problemas de escasez de forraje, situación que afecta también la producción de las vacas paridas en el tercer periodo del año (setiembre-diciembre). Además, dichas producciones en sus fases medias y finales, se vieron afectadas fuertemente por el verano del año siguiente (2017); época en la que tuvo lugar el fenómeno de El Niño.

Tabla 6. Resumen de indicadores de más de tres lactaciones (año 2016)

Periodo	Nº	R ²	Días Producción máxima	Días Pico de lactancia	Persistencia	Producción a 305 Días
1ero	1	62	16,59	50	2,05	20,28
2do	3	46	11,36	13,94	3,06	13,88
3ero	5	45	110,68	15,69	4,46	22,17

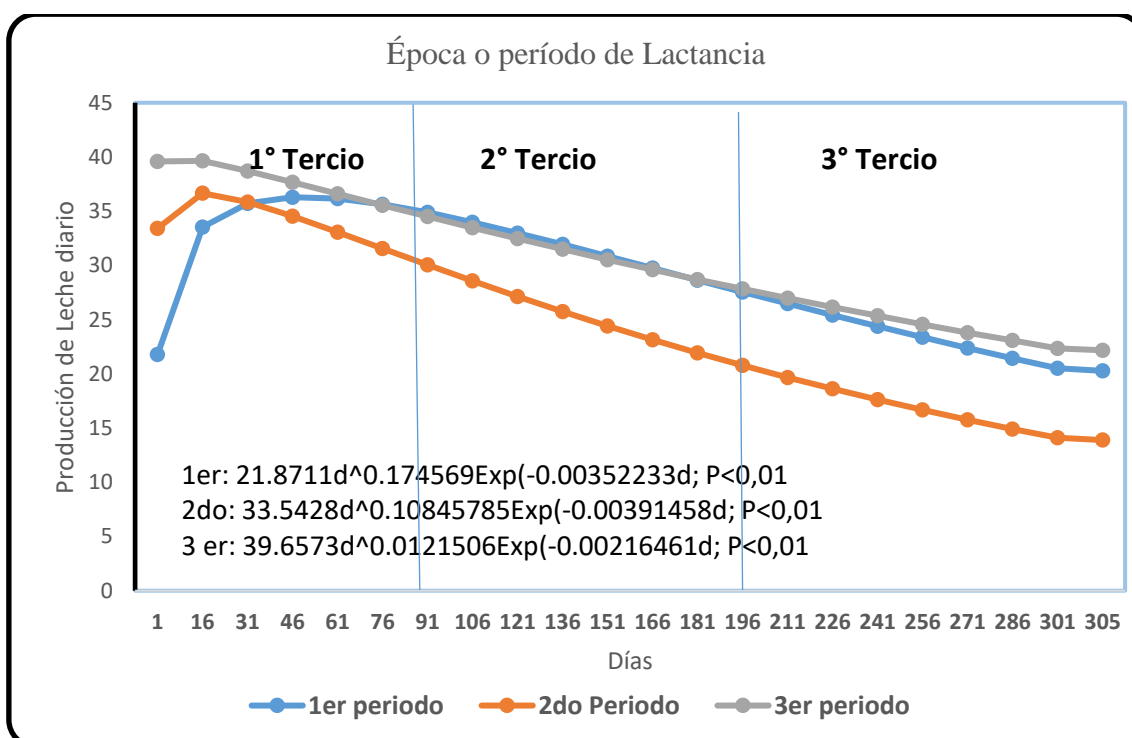


Gráfico 6. Curvas de más de tres lactaciones (año 2016)

El gráfico 6, muestra las curvas de lactancia de vacas de más de tres lactancias, según período de parición, evidenciando similar comportamiento productivo los grupos de vacas que parieron en el primer (enero-abril) y tercer (setiembre-diciembre) período del año 2016, con producciones diarias promedio ajustadas a 305 días, según tabla 6 de 20,28 l/d y 22,17 l/d respectivamente. En contraste, las vacas paridas en el segundo período (mayo-agosto) del mismo año registraron una producción a 305 días muy baja 13,88 l/d respecto a las anteriores y por consiguiente una curva muy por debajo de las anteriores, debido al alta de descenso, esto se puede deber a que durante el segundo semestre del año se presentó problemas de escasez de forraje.

Tabla 7. Resumen de indicadores de la primera lactancia (año 2017)

Periodo	N°	R ²	Días Producción máxima	Días Pico de lactancia	Persistencia	Producción A 305 Días
1ero	10	62	14,81	17	2,4	26,19
2do	20	46	14,97	110	2,48	33,56
3ero	35	45	14,00	33,56	2,4	37,13

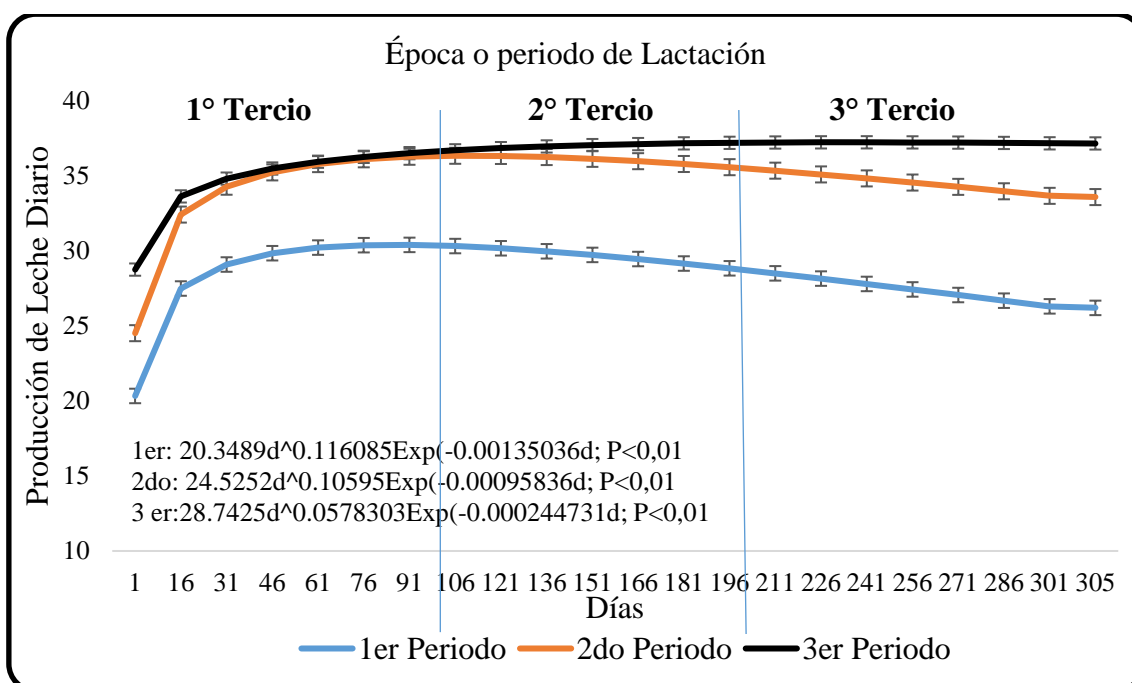


Gráfico 7. Curvas de primera lactancia (año 2017)

El gráfico 7, muestra las curvas de primera lactancia, según periodo de parto; evidenciando que las vacas paridas en el tercer período (setiembre-diciembre) mostraron una curva de lactancia atípica y las del segundo periodo (mayo-agosto) del año 2017 mostraron durante toda la campaña una curva de lactancia normal y buen comportamiento productivo respecto de aquellas de primer período (enero-abril) que iniciaron con producción baja, alcanzando el pico muy temprano y mayor descenso con respecto a las de los otros períodos, además según tabla 7, la producción ajustada de leche a 305 días fue superior en el grupo de vacas paridas en el segundo periodo (33,56 l/d) del año respecto a las paridas en el primer periodo (26,19 l/d). Los datos confirman que las temperaturas altas de fines de primavera y todo el verano afecta la producción inicial y durante toda la campaña; que además coincide con lo descrito por Rodriguez et al., (2016), quien señala que partos en verano, tuvieron un efecto negativo sobre los parámetros que reflejan la producción.

Tabla 8. Resumen de indicadores de la segunda lactancia (año 2017)

Periodo	Nº	R ²	Días Producción máxima	Días Pico de lactancia	Persistencia	Producción A 305 Días
1ero	1	50	11,47	36	3,28	25,66
2do	8	16	15,55	92,72	2,35	31,29
3ero	23	25	12,47	44,45	2,93	31,89

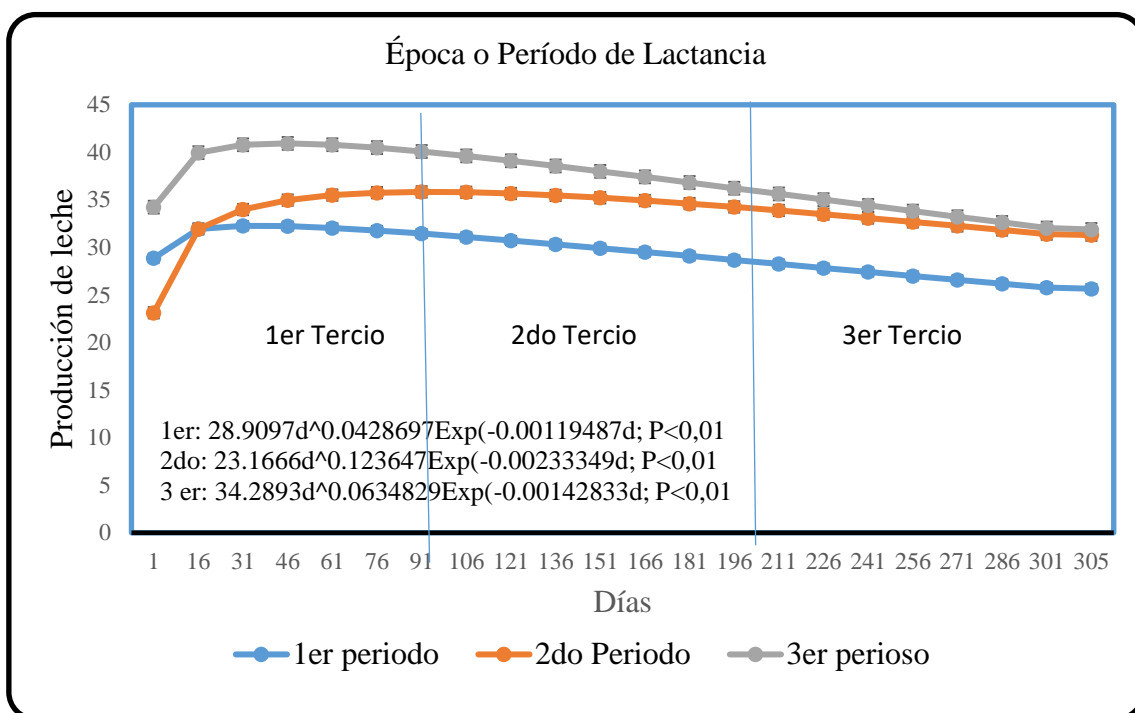


Gráfico 8. Curvas de segunda lactancia (año 2017)

El gráfico 8, muestra las curvas de vacas de segunda lactancia, según período de parto; evidenciando que las vacas paridas en el tercer periodo (setiembre-diciembre) y segundo período de parición (mayo-agosto) del año 2017 cerraron la campaña con producciones similares (31,89 l/d y 31,29 l/d respectivamente), aunque la curva de las de tercer periodo muestra un mejor desempeño en general, alcanzando el pico de lactación mucho antes (45 días) en contraste a las de segundo período de parición (mayo-agosto) que lo alcanzaron al final del primer tercio de lactancia (93 días) y las del primer periodo a los 36 días después de iniciada la producción.

Tabla 9. Resumen de indicadores de más de tres lactaciones (año 2017)

Periodo	Nº	R ²	Días Producción máxima	Días Pico de lactancia	Persistencia	Producción A 305 Días
1ero	4	10	15,36	61	2,26	24,63
2do	2	41	11,72	26,24	3,06	22,60
3ero	5	30	13,00	36,55	2,6	28,81

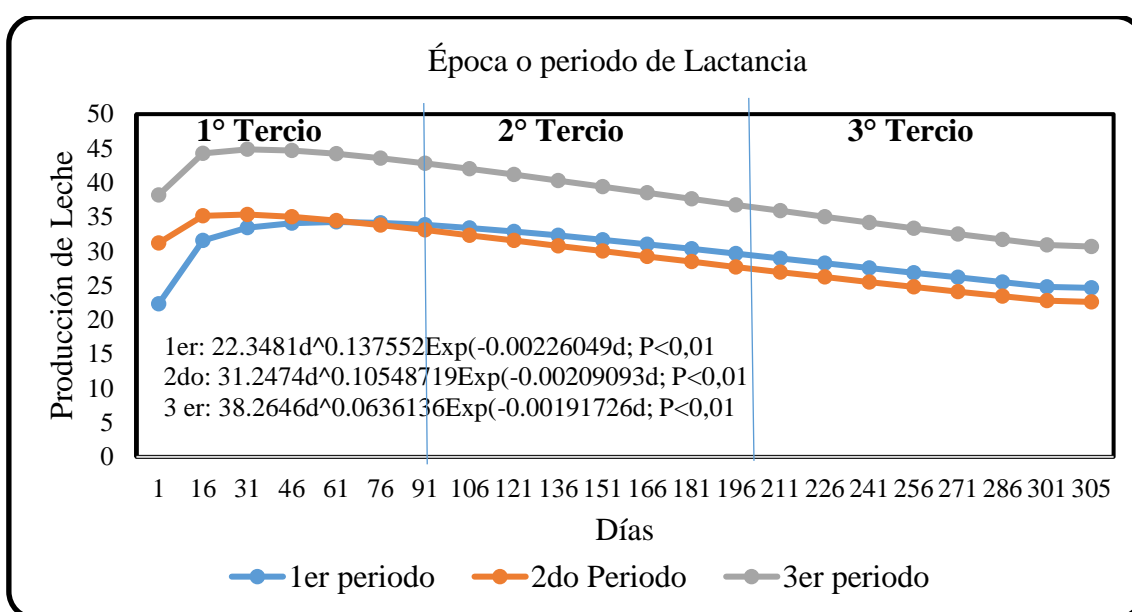


Gráfico 9. Curvas de más de tres lactaciones (año 2017)

El gráfico 9, muestra las curvas de lactancia de vacas de más de tres lactancias, según período de parición; evidenciando similar comportamiento productivo los grupos de vacas que parieron en el primer periodo (enero-abril) y segundo período (mayo-agosto), pero menor que el grupo de vacas paridas en el tercer periodo (setiembre-diciembre) del año 2017, comportamiento que se confirma en la producción diaria ajustada a 305 días en la tabla 9, de 24,63 l/d, 22,60 l/d y 28,81 l/d respectivamente. Según las curvas las vacas paridas en el tercer período producen mayor cantidad de leche por campaña, probablemente debido a las mejores condiciones climáticas y alimenticias.

Tabla 10. Resumen de indicadores de la primera lactancia (año 2018)

Periodo	N°	R ²	Días Producción máxima	Días Pico de lactancia	Persistencia	Producción a 305 Días
1ero	8	20	14,77	60,96	2,48	31,84
2do	1	45	16	84,99	2,32	32,37
3ero	8	50	20	151,75	2,36	32,47

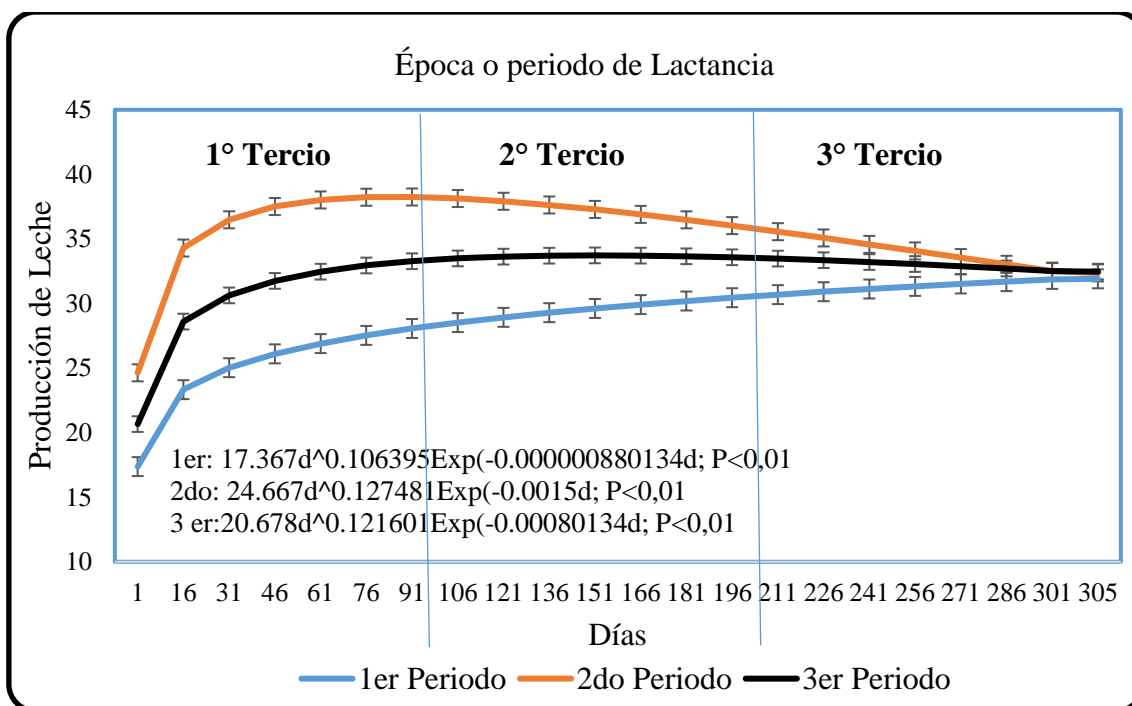


Gráfico 10. Curvas de primera lactancia (año 2018)

El gráfico 10, muestra las curvas de primera lactancia, según periodo de parto del año 2018; excluyendo al primer período (enero-abril) que mostraron curvas de lactancia atípicas, evidencia que las vacas paridas en el segundo periodo (mayo-agosto) determinan una curva de mejor comportamiento productivo en comparación a las curvas de tercer período (setiembre-diciembre).

Se puede observar según tabla 10, que las producciones ajustadas a 305 días para el primer, segundo y tercer período son de 31,84; 32,37 y 32,47 Kg respectivamente; lo que sería consecuencia de que en las vacas primerizas el pico de lactancia es un 25% menor que el de las vacas adultas, pero también que normalmente durante la primera lactancia la vaca es más persistente que en la segunda o tercera. Flores (2007) y el uso de somatotropina bobina recombinante (STBr) según Bauman (1999), citado por Tarrillo (2011) la STBr, altera de forma marcada la curva de lactancia.

Tabla 11. Resumen de indicadores de la segunda lactancia (año 2018).

Periodo	N°	R ²	Días Producción máxima	Días Pico de lactancia	Persistencia	Producción a 305 Días
1ero	10	25	12	29,981	2,67	15,54
2do	7	33	14	40,65	2,58	30,53
3ero	22	40	14	41,46	2,4	27,49

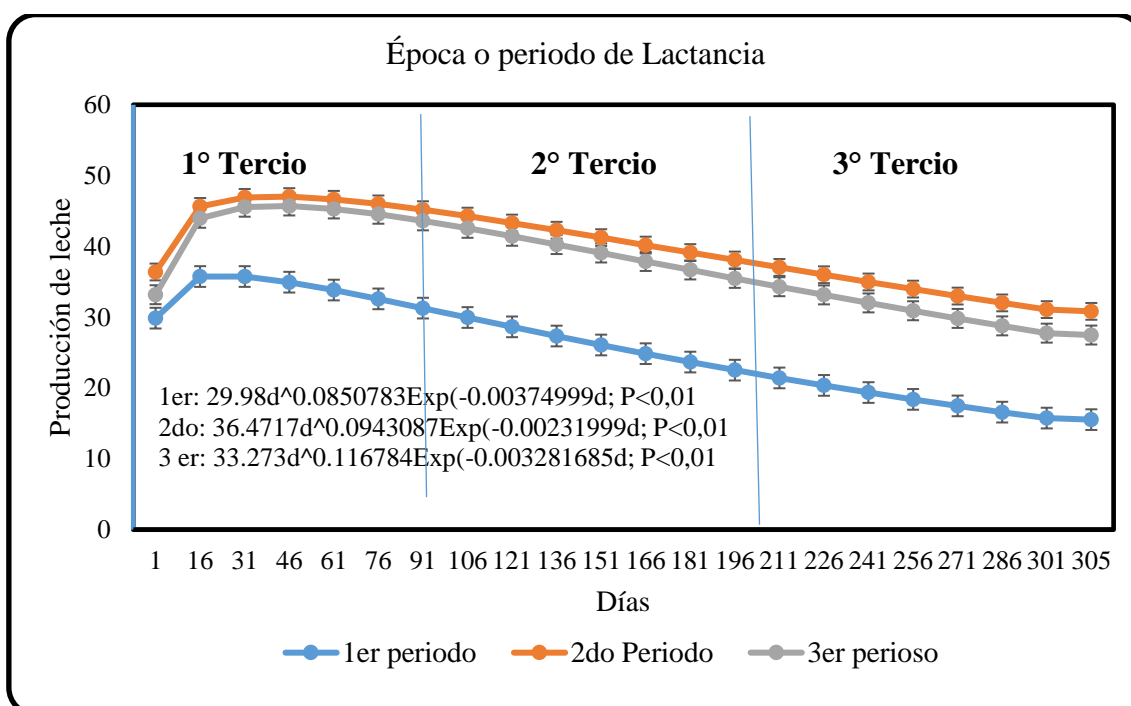


Gráfico 11. Curvas de segunda lactancia (año 2018)

El gráfico 11, muestra las curvas de vacas de segunda lactancia, según período de parto; evidenciando que las vacas paridas en el segundo período de parición (mayo-agosto) y tercer periodo (setiembre-diciembre) del año 2018 produjeron mayor cantidad de leche en comparación a las del primer período (enero-abril), afectadas éstas por las elevadas temperaturas que restringen el consumo voluntario de las vacas que se agudiza con el balance energético negativo los primeros 90 días posparto.

Tabla 12. Resumen de indicadores de más de tres lactaciones (año 2018)

Periodo	Nº	R ²	Días Producción máxima	Días Pico de lactancia	Persistencia	Producción A 305 Días
1ero	19	20	20	65	1,85	27,51
2do	10	35	14	42,42	2,43	29,17
3ero	6	45	13	36,55	2,6	28,81

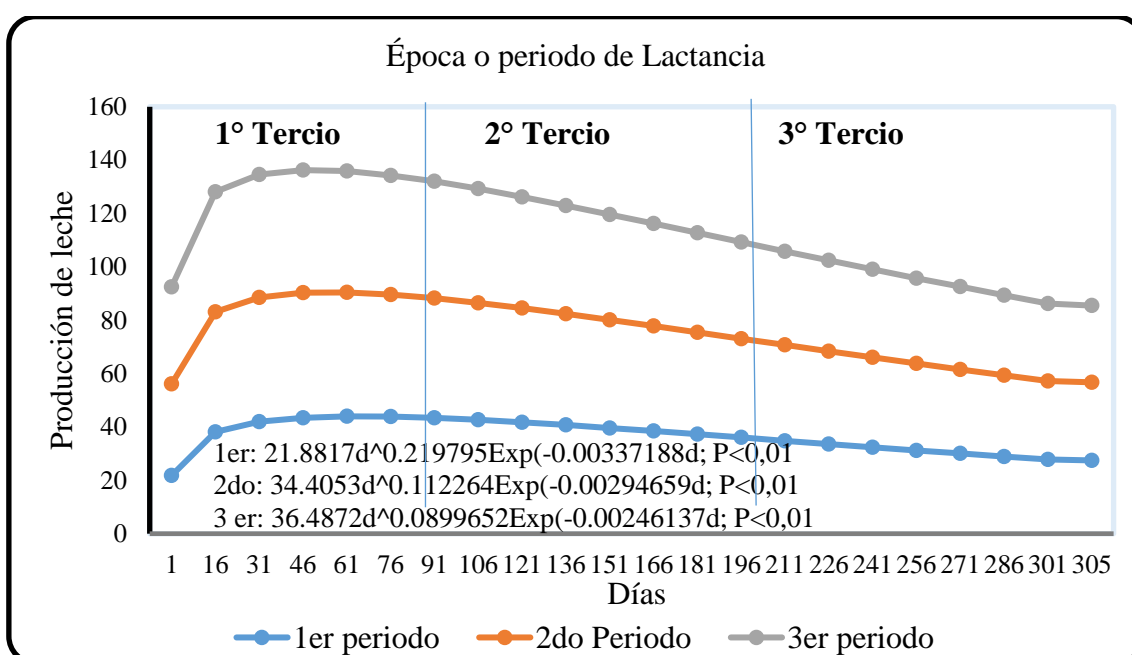


Gráfico 12. Curvas de más de tres lactaciones (año 2018)

El gráfico 12, muestra las curvas de vacas de más de tres lactancias, según período de parto, evidenciando que las vacas paridas en el tercer periodo (setiembre-diciembre) del 2018 y segundo período de parición (mayo-agosto) presentan curvas normales en contraste con la curva de lactancia de primer período (enero-abril) que es achatada y escapa de la forma normal de la curva de lactancia. Las producciones son altas debido probablemente a que las vacas a partir del tercer parto manifiestan todo su potencial genético y tienen un alto nivel de ingesta.

CONCLUSIONES

1. En su mayoría, las curvas de lactancia correspondientes a las pariciones de enero a abril durante los cuatro años en estudio (2015 al 2018), evidencian menor comportamiento productivo en comparación a las pariciones de mayo a agosto y setiembre a diciembre. De este modo tenemos que:
 - De las lactancias de primer y segundo parto, en tres de los cuatro años en estudio (75%) se observó menor desempeño productivo, con excepción del año 2016; donde las curvas de lactancia indistintamente de la época de parto durante el año, fueron similares para el caso de los animales de primer parto; y para las vacas de segundo parto la curva del tercer periodo de parto (setiembre – diciembre) fue la de menor desempeño.
 - Las curvas de lactancia de animales de tres a más partos son las que exponen mayor variación en su comportamiento, con la atenuante que nunca llega a ser superior.
2. Las altas temperaturas afectan el comportamiento productivo de las vacas, limitando la persistencia por un rápido descenso de la curva de lactancia y disminución de los días de pico de lactancia.
3. Cuando comparamos las curvas de primera lactancia en los tres periodos de parto del año 2016, se evidencia un notable mejor comportamiento productivo respecto de sus similares en el año 2015; consecuencia de la mejora genética agresiva que se ejecutó en el Establo San José S.A.C., desde inicios del año 2013.
 - En el primer período de parto (enero-abril) las producciones al pico de lactancia fueron de 33,20 Kg y 26,16 Kg, con persistencias de 2, 06% y 4,16%; además de producciones a 305 días de 23,68 Kg y 18,71 Kg respectivamente.
 - En el segundo período de parto (mayo-agosto) las producciones al pico de lactancia fueron de 32,83 Kg y 29,59 Kg, con persistencias de 2, 04% y 2,42%; además de producciones a 305 días de 22,44 Kg y 23,28 Kg respectivamente.

- Igualmente, para el tercer período de parto (setiembre-diciembre) las producciones al pico de lactancia fueron de 34,84 Kg y 28,93 Kg, con persistencias de 2, 21% y 3,21%; además de producciones a 305 días de 22,24 Kg y 21,55 Kg respectivamente.
4. En los años 2017 y 2018, se evidencia que las curvas alcanzan mejores picos, con mayores persistencias; por ende, mayores producciones ajustadas a 305 días respecto a los años 2015 y 2016. Cabe señalar que a partir del año 2017 se utilizó como herramienta para aumentar la productividad de las vacas, la Somatotropina Bobina Recombinante (STBr); lo que nos sugiere ser ésta la causa en la mejora de la producción, conjuntamente a la continuación del manejo adecuado del hato.

RECOMENDACIONES

1. Implementar dentro del manejo reproductivo protocolos de Inseminación Artificial a Tiempo Fijo, de tal modo que los partos inicien finalizada la temporada de calor, con el objetivo de conseguir curvas de lactancia más eficientes.
2. Los hatos ganaderos de las zonas costeras están obligados a implementar y mejorar los sistemas de mitigación de calor, de modo que a menor exposición al estrés calórico mayor consumo de alimento nutritivo y agua fresca a discreción, logrando obtener curvas de lactancia más deseables semejantes a la curva ideal de producción de leche.
3. Insistir en la ejecución de buenas prácticas de manejo, alimentación y reproducción en el hato, así; estas nos conducirán a obtener mejores producciones.
4. Utilizar la Somatotropina Bobina Recombinante (STBr) dentro del manejo productivo, para hacer de la actividad ganadera lechera una actividad más productiva.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alquina Yanacallo, Guamán Cuyachamín (2012). Análisis de las curvas de lactancia de las vacas del centro académico docente experimental La Tola, calculadas mediante la utilización de la ecuación de Wood. Quito-Ecuador.
- Bretschneider Gustavo, Salado Eloy, Cuatrin Alejandra y Arias Darío (2015). Lactancia: Pico y Persistencia. INTA, EEA Rafaela (2300), Santa Fe, bretschneider.g@inta.gob.ar
- Cañas A, Jhon J; Restrepo B, Luis F; Ochoa S, Jorge; Echeverri, Alex; Cerón-Muñoz, Mario. Estimación de las curvas de lactancia en ganado Holstein y BON x Holstein en trópico alto colombiano Revista Lasallista de Investigación, vol. 6, núm. 1, enero-junio, 2009, pp. 35-42 Corporación Universitaria Lasallista Colombia.
- Fraga LM, Gutierrez M, Fernández L, Fundadora O, González ME. Estudio preliminar de las curvas de lactancia en las búfalas mestizas de Murrah. Rev. Cubana Cienc. Agríc. 2003; 37(2); 151-55.
- JA Toca Ramírez¹, MP Gallegos de la Hoya¹, FO Reveles Saucedo¹, CE Pinzón Díaz, JS Saucedo Quintero. “Caracterización de la curva de lactancia en vacas Holstein en el noreste de México” 2016.
- Hayes Nicolás, Páez Gerardo David, Zorrilla Matías Gabriel (2016). Estimación de curvas de lactancia en rodeos lecheros afectados por metritis basada en modelos no lineales.
- <https://es.weatherspark.com>
- María Dutto. Estimación de Curvas de Lactancia en Vacas. X Congreso Latinoamericano de Sociedades de Estadística. Córdoba, Argentina. 16 a 19 de Octubre 2012.
- Pérez PL, Anrique GR, González VH. Factores no genéticos que afectan la producción y composición de la leche en un rebaño de pariciones biestacionales en la décima región de los lagos, Chile. Agr Tec Chile 2007.
- Quintero-Vélez JC, Serna-Gallo J, Cerón-Muñoz M, Hurtado-Lugo N, Agudelo-Gómez DA. Estimación de la curva de lactancia mediante modelos matemáticos lineales y no lineales en búfalas colombianas. Rev Colom Cienc Pecua. 2007; 20(2): 149-56.

- Rodríguez Z Luis.; Miguel Ara G.; Héctor Huamán U. y Luisa Echevarría C. “Modelos de ajuste para curvas de lactación de vacas en crianza intensiva en la cuenca de Lima” 2016.
- Tarrillo B, Christian. Uso de la Somatotropina bovina recombinante, en vacas primerizas y multíparas de raza holstein friesian y su efecto en la producción de leche. Trujillo, Perú. 2011.
- Vargas B, Koops WJ, Herrero M, Van Arendonk JAM. Modeling extended lactations of dairy cows. J Dairy Sci. 2000; 83: 1371-80.

ANEXOS

AÑO 2015

Regresión no lineal: PRIMERA LACTACIÓN, PERÍODO ENERO - ABRIL

* ADVERTENCIA * Se detectó matriz de gradiente singular o casi singular en la iteración: 0.

Método

Algoritmo	Gauss-Newton
Iteraciones máx.	200
Tolerancia	0.00001

2 casos con valores faltantes no se utilizaron.

Ecuación

$$A1er Parto = 22.5143 * Adias1 ^ 0.0467103 * Exp(-0.00133109 * Adias1)$$

Cálculos del parámetro

Parámetro	Estimar	EE de estimación	IC de 95%
bo	22.5143	1.68711	(19.2305, 25.8628)
b1	0.0467	0.02203	(0.0054, 0.0921)
b2	0.0013	0.00026	(0.0008, 0.0018)

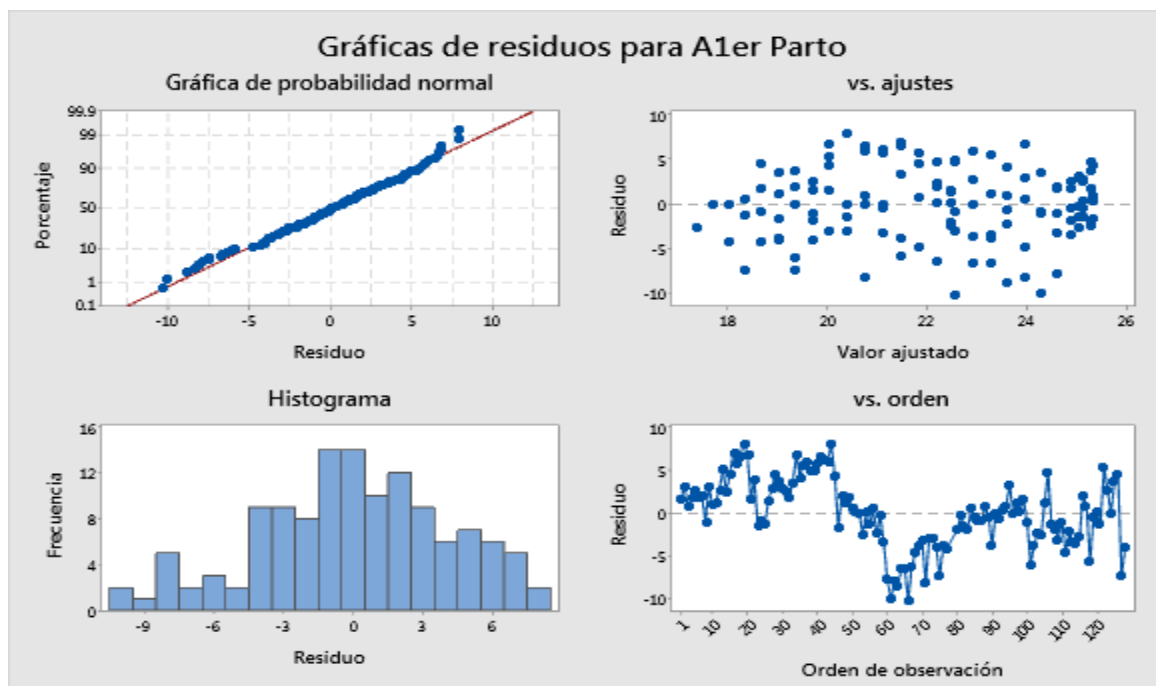
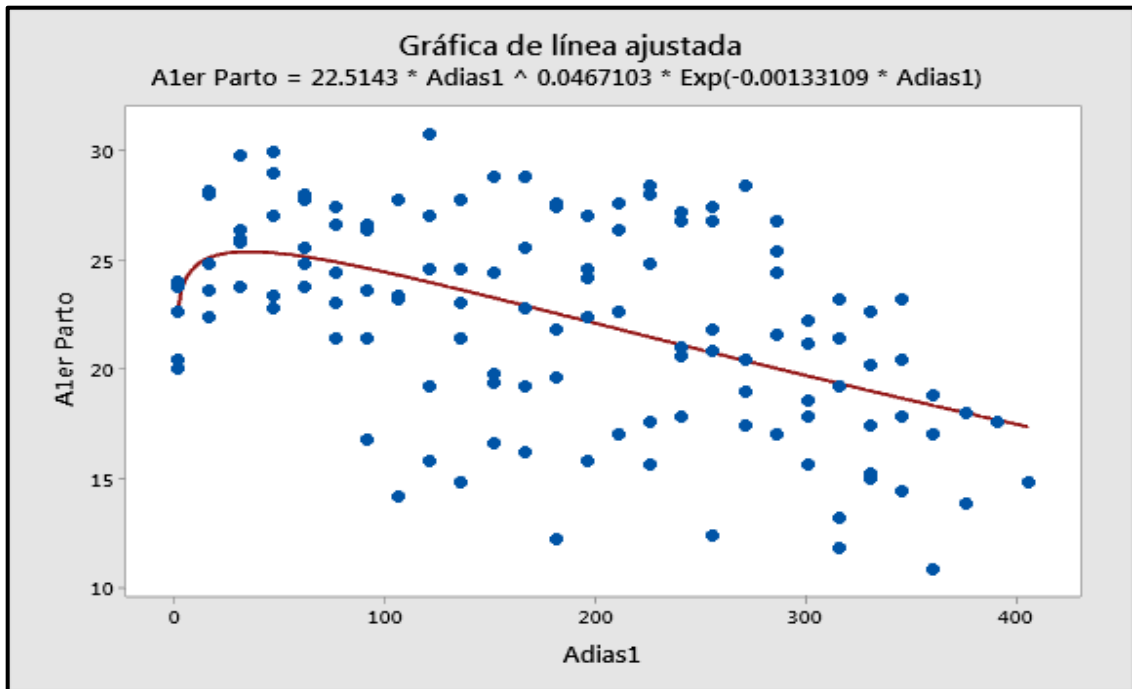
$$A1er Parto = bo * Adias1 ^ b1 * Exp(-b2 * Adias1)$$

Falta de ajuste

Fuente	GL	SC	MC	F	P
Error	123	2068.73	16.8190		
Falta de ajuste	25	244.55	9.7818	0.53	0.966
Error puro	98	1824.19	18.6142		

Resumen

Iteraciones	6
SSE final	2068.73
DFE	123
MSE	16.8190
S	4.10110



Regresión no lineal: PRIMERA LACTACION, PERÌODO AMYO - AGOSTO

* ADVERTENCIA * Se detectó matriz de gradiente singular o casi singular en la iteración: 0.

Método

Algoritmo	Gauss-Newton
Iteraciones máx.	200
Tolerancia	0.00001

Ecuación

$$B1er Parto = 20.6657 * Bdias1 ^ 0.112966 * Exp(-0.00172882 * Bdias1)$$

Cálculos del parámetro

Parámetro	Estimar	EE de estimación	IC de 95%
bo	20.6657	2.56009	(15.7515, 25.8184)
b1	0.1130	0.03494	(0.0480, 0.1893)
b2	0.0017	0.00037	(0.0010, 0.0025)

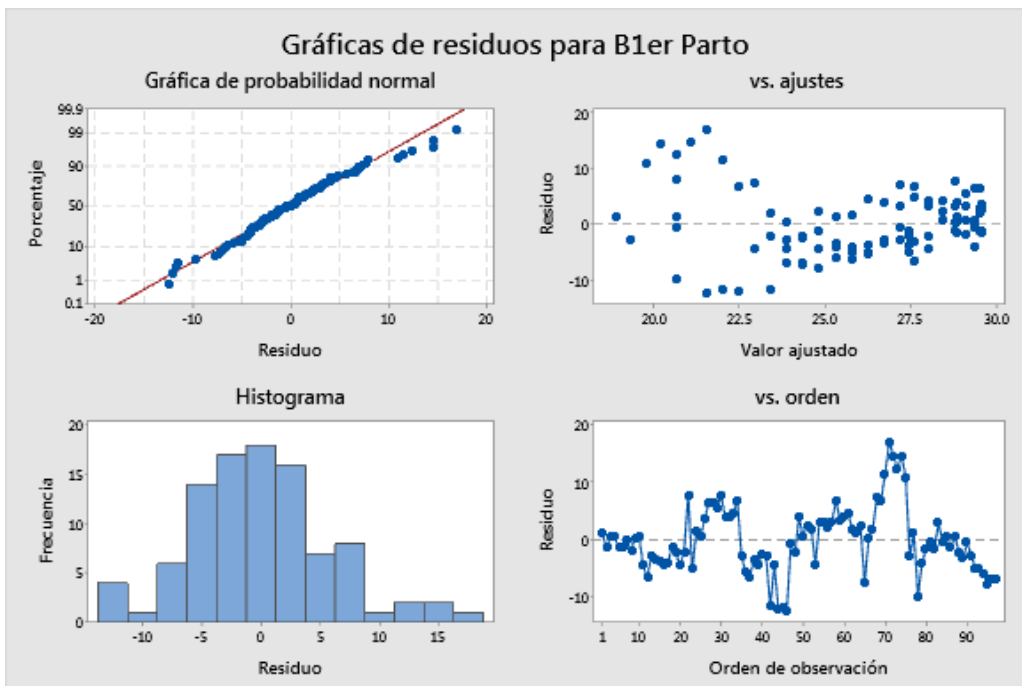
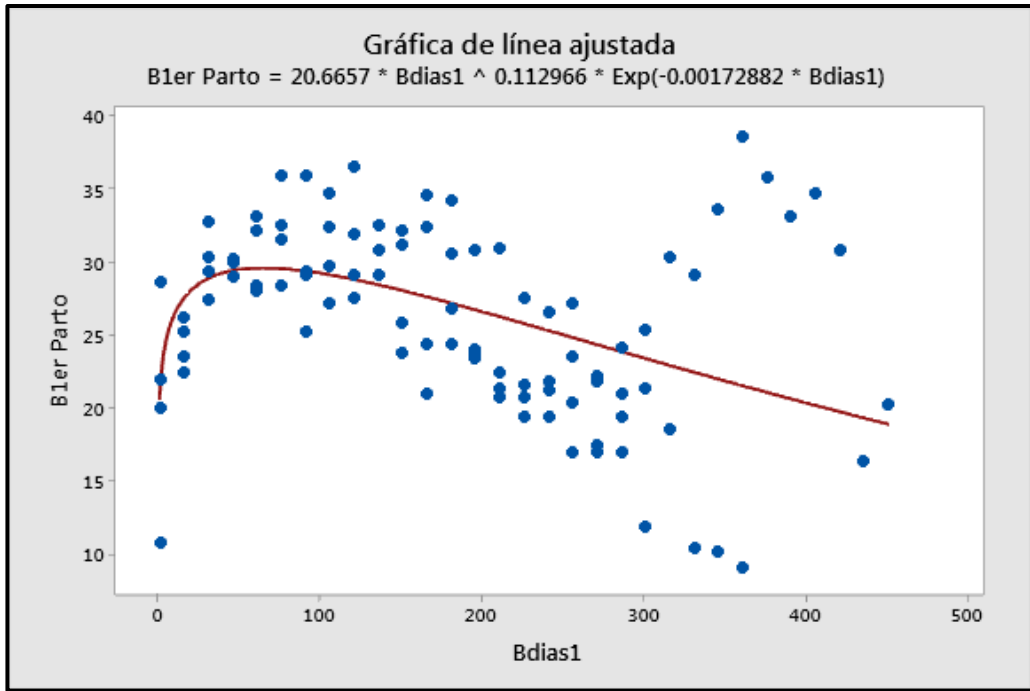
$$B1er Parto = bo * Bdias1 ^ b1 * Exp(-b2 * Bdias1)$$

Falta de ajuste

Fuente	GL	SC	MC	F	P
Error	94	3176.80	33.7958		
Falta de ajuste	28	1225.21	43.7576	1.48	0.098
Error puro	66	1951.59	29.5695		

Resumen

Iteraciones	8
SSE final	3176.80
DFE	94
MSE	33.7958
S	5.81341



Regresión no lineal: PRIMERA LACTACION, PERÌODO SETIEMBRE - DICIEMBRE

* ADVERTENCIA * Se detectó matriz de gradiente singular o casi singular en la iteración: 0.

Método

Algoritmo	Gauss-Newton
Iteraciones máx.	200
Tolerancia	0.00001

Ecuación

C1er Parto = 25.8053 * Cdias1 ^ 0.0464663 * Exp(-0.00146197 * Cdias1)

Cálculos del parámetro

Parámetro	Estimar	EE de estimación	IC de 95%
bo	25.8053	1.96662	(21.9383, 29.7467)
b1	0.0465	0.02218	(0.0048, 0.0925)
b2	0.0015	0.00025	(0.0010, 0.0020)

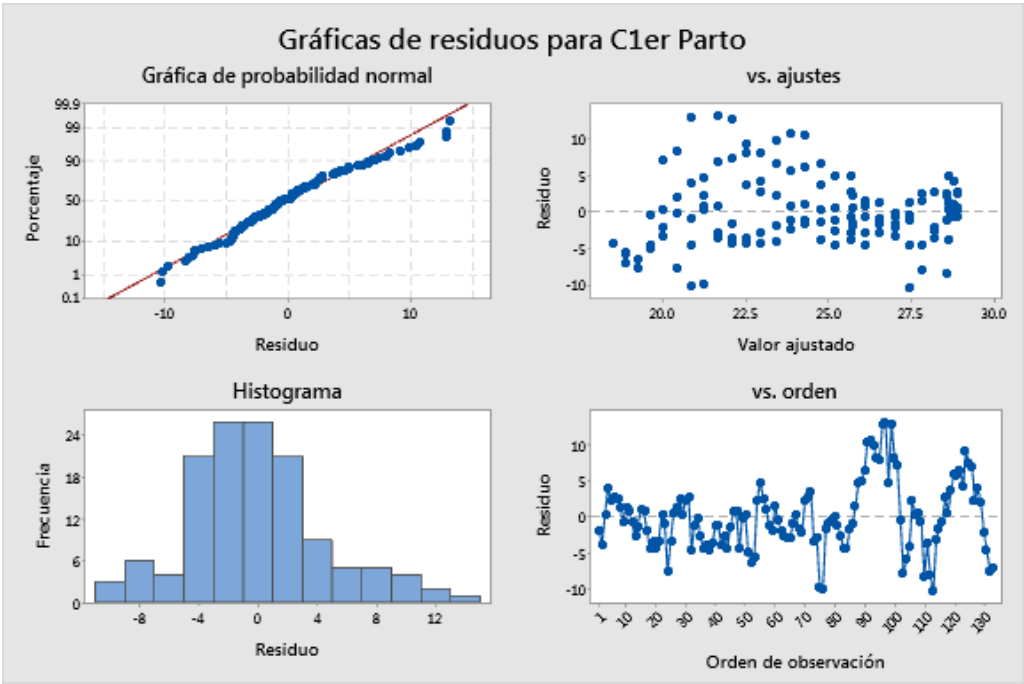
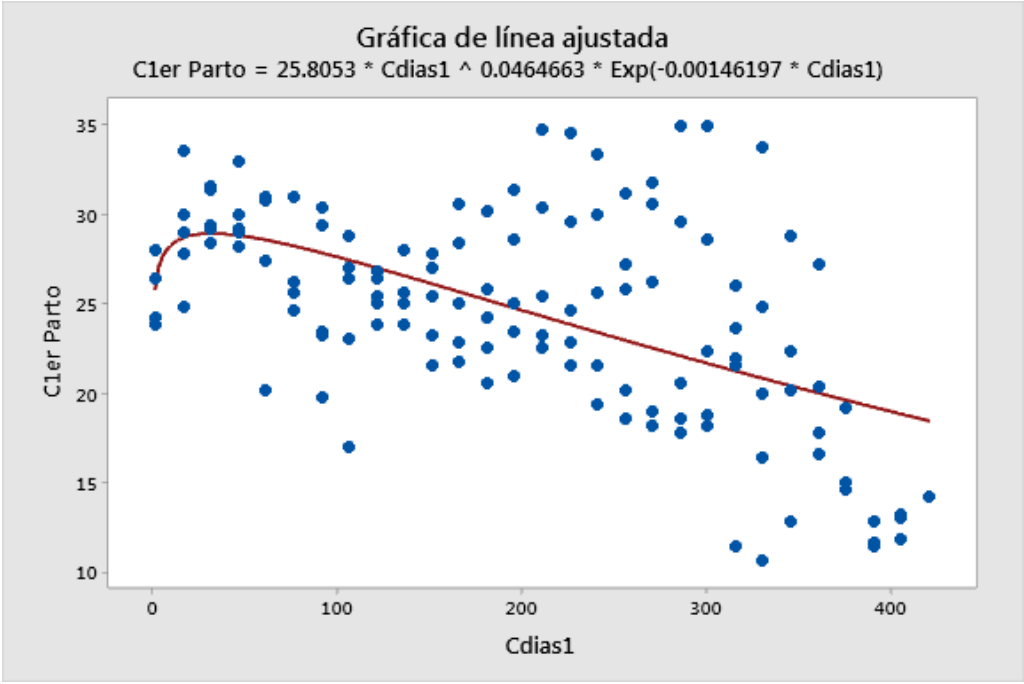
$C1er\ Parto = bo * Cdias1 ^ b1 * Exp(-b2 * Cdias1)$

Falta de ajuste

Fuente	GL	SC	MC	F	P
Error	130	2989.10	22.9931		
Falta de ajuste	26	697.47	26.8260	1.22	0.240
Error puro	104	2291.62	22.0348		

Resumen

Iteraciones	7
SSE final	2989.10
DFE	130
MSE	22.9931
S	4.79511



Regresión no lineal: SEGUNDA LACTACION, PERÌODO ENERO - ABRIL

* ADVERTENCIA * Se detectó matriz de gradiente singular o casi singular en la iteración: 0.

Método

Algoritmo	Gauss-Newton
Iteraciones máx.	200
Tolerancia	0.00001

Ecuación

$$A2do\ Parto = 25.6947 * ADias2 \wedge 0.0901507 * Exp(-0.00224074 * ADias2)$$

Cálculos del parámetro

Parámetro	Estimar	EE de estimación	IC de 95%
bo	25.6947	1.80899	(22.0890, 29.3633)
b1	0.0902	0.02078	(0.0506, 0.1338)
b2	0.0022	0.00025	(0.0018, 0.0027)

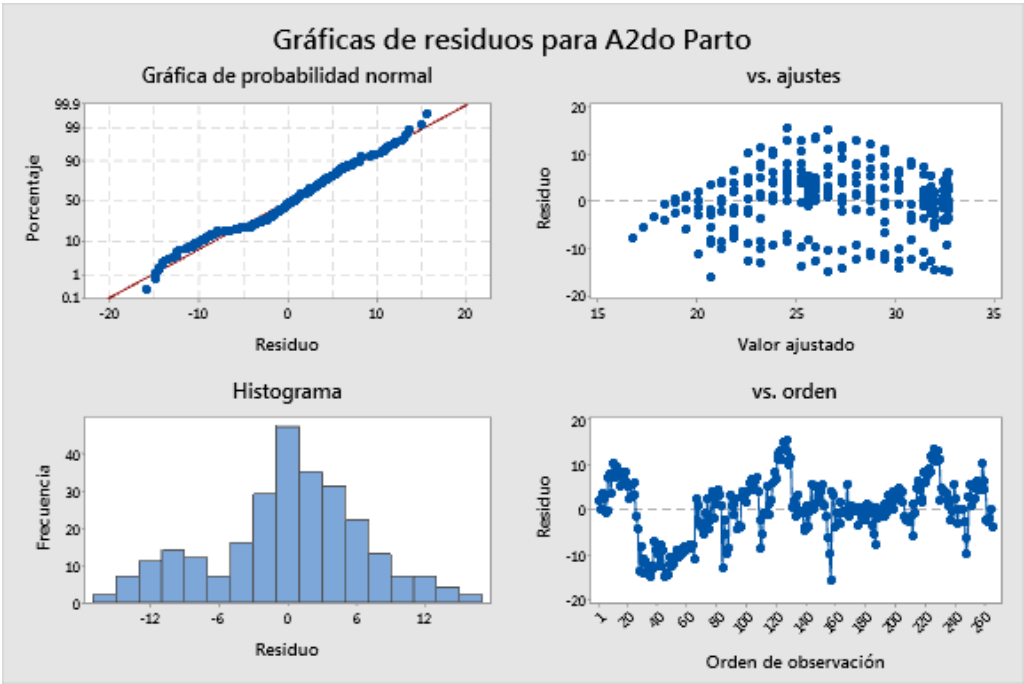
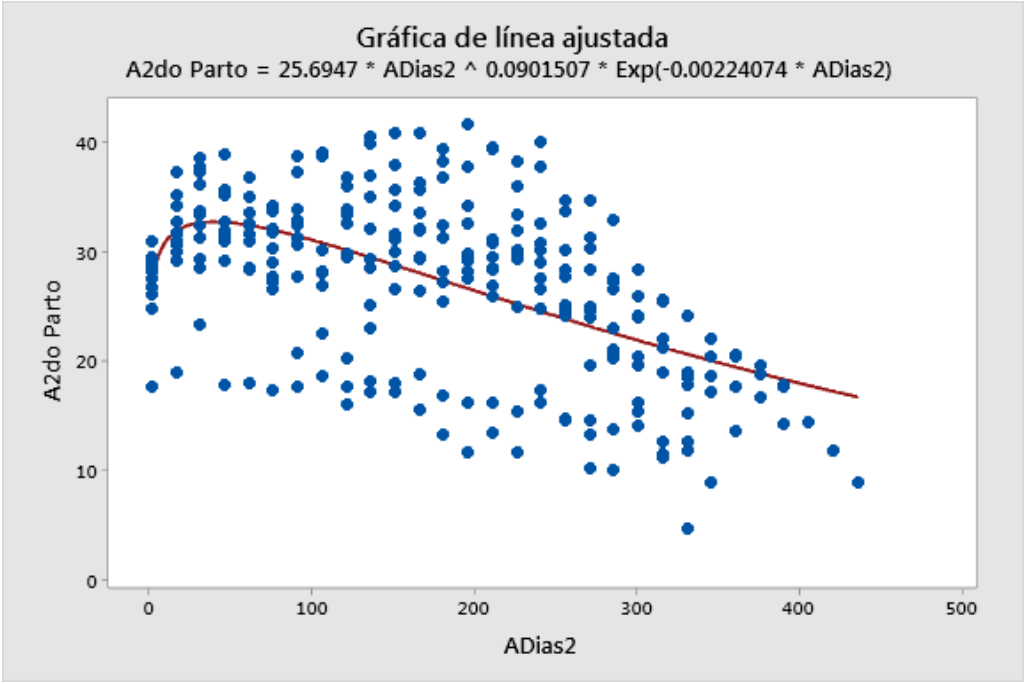
$$A2do\ Parto = bo * ADias2 \wedge b1 * Exp(-b2 * ADias2)$$

Falta de ajuste

Fuente	GL	SC	MC	F	P
Error	263	11451.1	43.5402		
Falta de ajuste	27	1231.5	45.6108	1.05	0.398
Error puro	236	10219.6	43.3033		

Resumen

Iteraciones	7
SSE final	11451.1
DFE	263
MSE	43.5402
S	6.59850



Regresión no lineal: SEGUNDA LACTACION, PERÌODOMAYO - AGOSTO

* ADVERTENCIA * Se detectó matriz de gradiente singular o casi singular en la iteración: 0.

Método

Algoritmo	Gauss-Newton
Iteraciones máx.	200
Tolerancia	0.00001

Ecuación

$$B2do\ Parto = 24.8809 * BDias2 ^ 0.152663 * Exp(-0.00370197 * BDias2)$$

Cálculos del parámetro

Parámetro	Estimar	EE de estimación	IC de 95%
bo	24.8809	2.58402	(19.8262, 30.1140)
b1	0.1527	0.03081	(0.0950, 0.2190)
b2	0.0037	0.00038	(0.0030, 0.0045)

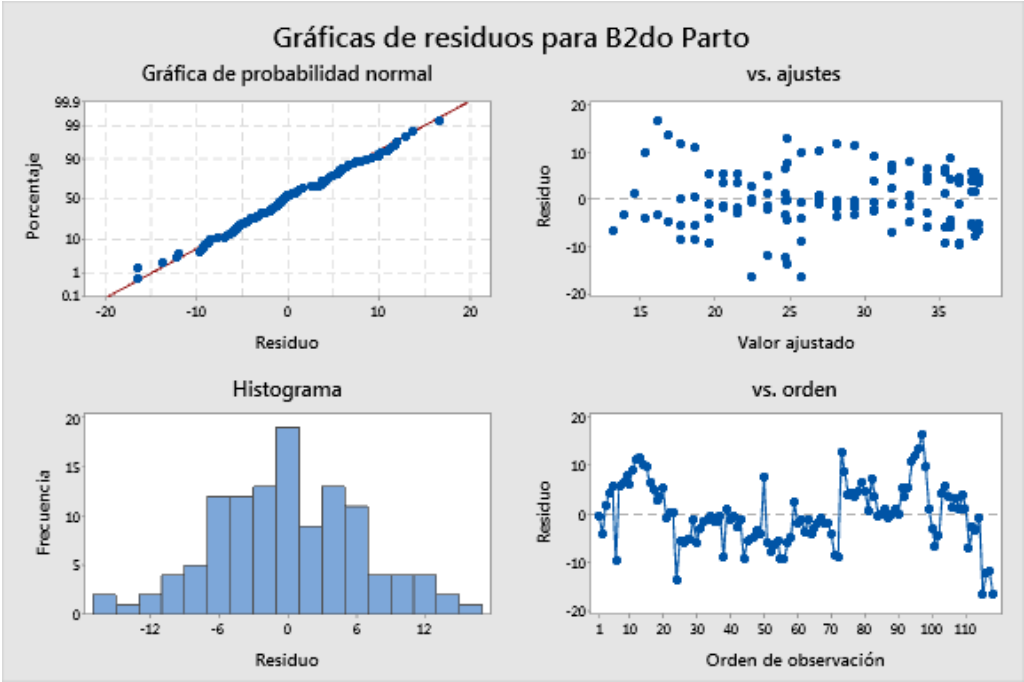
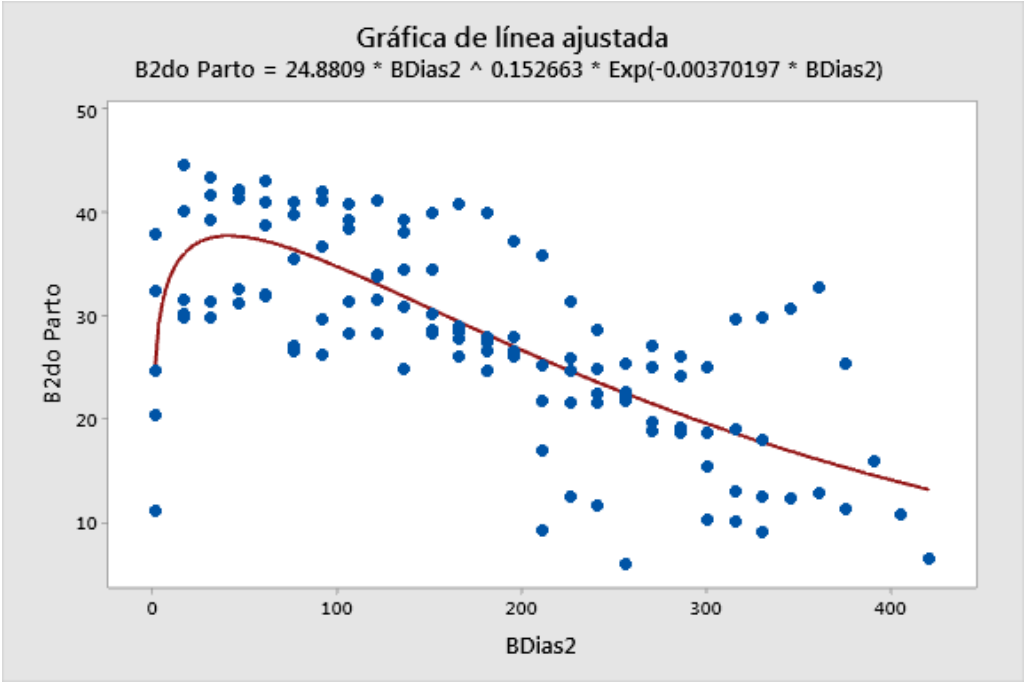
$$B2do\ Parto = bo * BDias2 ^ b1 * Exp(-b2 * BDias2)$$

Falta de ajuste

Fuente	GL	SC	MC	F	P
Error	115	4827.56	41.9788		
Falta de ajuste	26	500.79	19.2610	0.40	0.995
Error puro	89	4326.78	48.6155		

Resumen

Iteraciones	7
SSE final	4827.56
DFE	115
MSE	41.9788
S	6.47911



Regresión no lineal: SEGUNDA LACTACION, PERÌODO SETIEMBRE - DICIEMBRE

* ADVERTENCIA * Se detectó matriz de gradiente singular o casi singular en la iteración: 0.

Método

Algoritmo	Gauss-Newton
Iteraciones máx.	200
Tolerancia	0.00001

Ecuación

$$C2do\ Parto = 32.9121 * CDias2 \wedge 0.0684167 * Exp(-0.00247555 * CDias2)$$

Cálculos del parámetro

Parámetro	Estimar	EE de estimación	IC de 95%
bo	32.9121	1.80403	(29.4265, 36.4513)
b1	0.0684	0.01621	(0.0379, 0.1010)
b2	0.0025	0.00020	(0.0021, 0.0029)

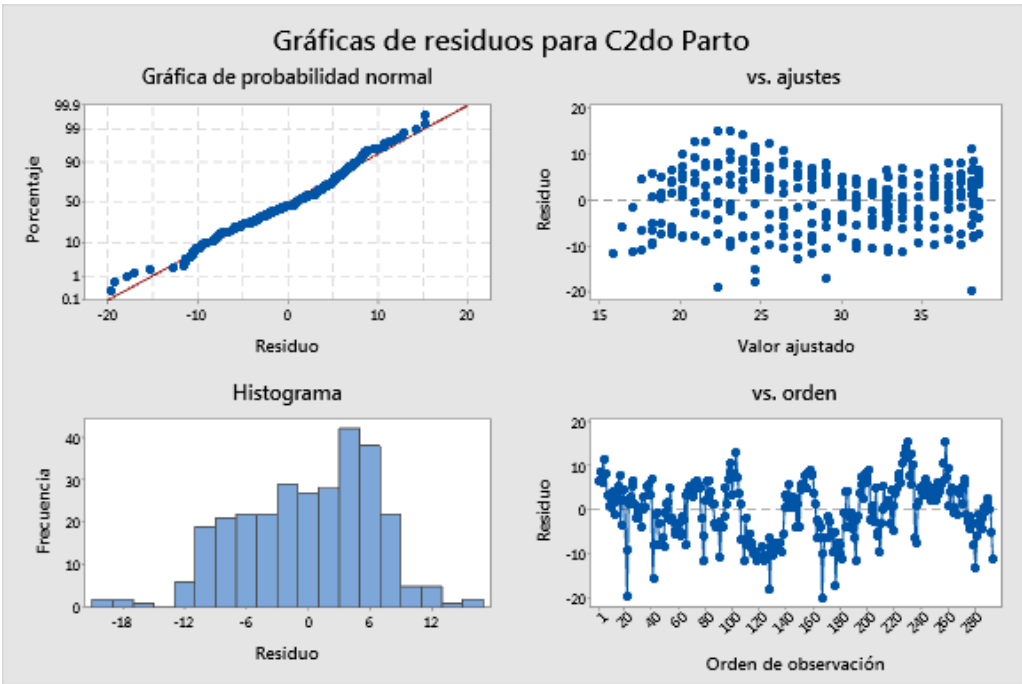
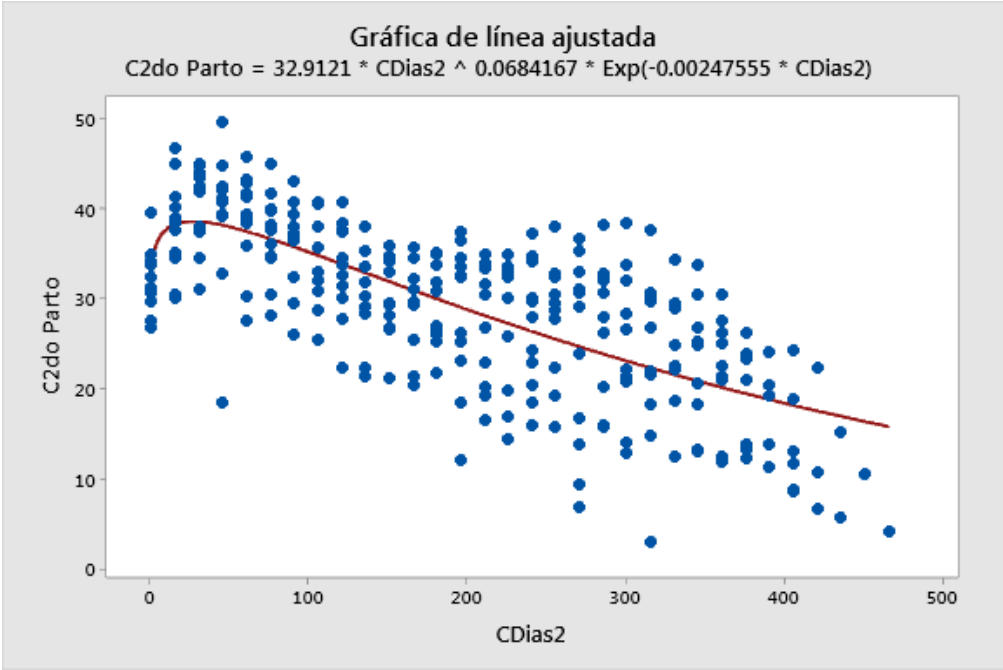
$$C2do\ Parto = bo * CDias2 \wedge b1 * Exp(-b2 * CDias2)$$

Falta de ajuste

Fuente	GL	SC	MC	F	P
Error	291	12389.0	42.5739		
Falta de ajuste	29	1190.7	41.0572	0.96	0.528
Error puro	262	11198.4	42.7418		

Resumen

Iteraciones	7
SSE final	12389.0
DFE	291
MSE	42.5739
S	6.52487



Regresión no lineal: MAS DE TRES LACTACIONES, PERÌODO ENERO - ABRIL

* ADVERTENCIA * Se detectó matriz de gradiente singular o casi singular en la iteración: 0.

Método

Algoritmo	Gauss-Newton
Iteraciones máx.	200
Tolerancia	0.00001

Ecuación

$$A3ro Parto = 28.0629 * ADias3 ^ 0.0779587 * Exp(-0.00231572 * ADias3)$$

Cálculos del parámetro

Parámetro	Estimar	EE de estimación	IC de 95%
bo	28.0629	2.67868	(22.8303, 33.4203)
b1	0.0780	0.02901	(0.0238, 0.1393)
b2	0.0023	0.00039	(0.0016, 0.0031)

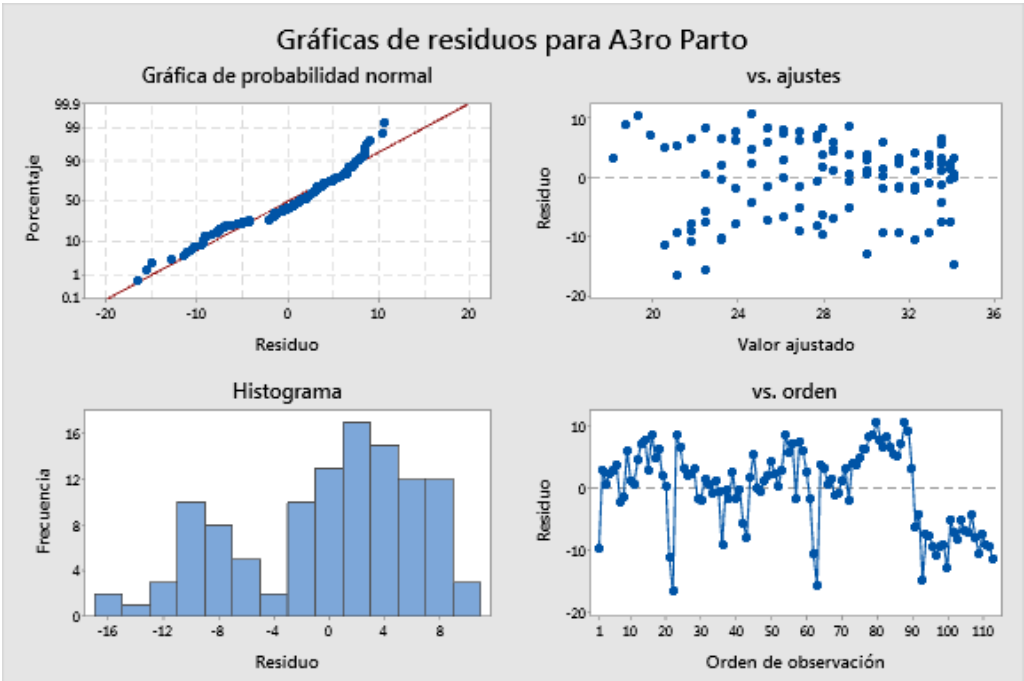
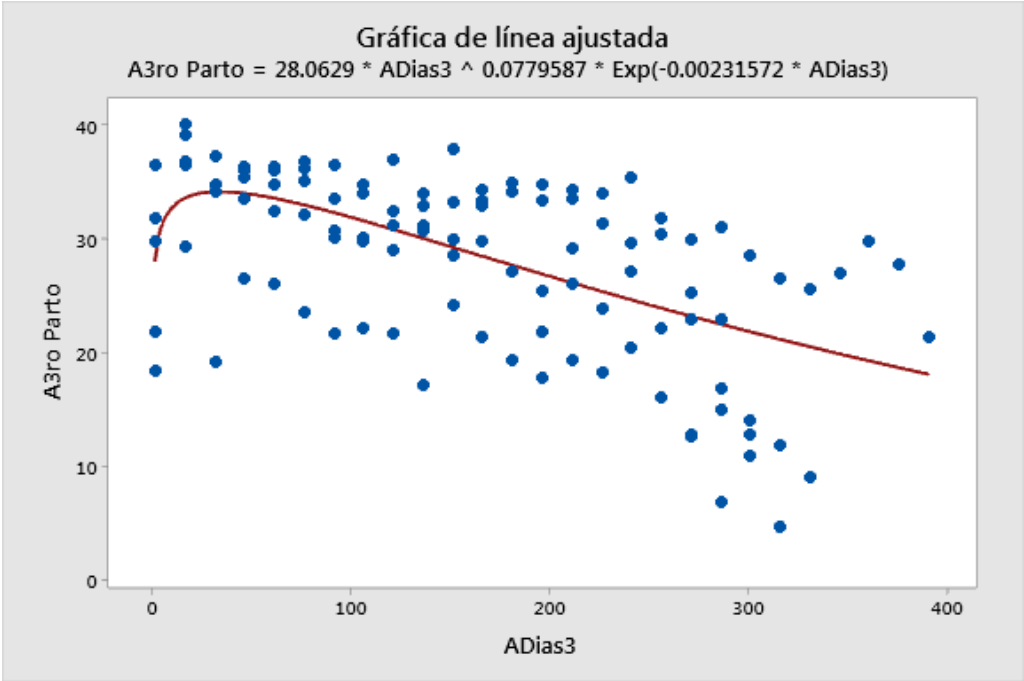
$$A3ro Parto = bo * ADias3 ^ b1 * Exp(-b2 * ADias3)$$

Falta de ajuste

Fuente	GL	SC	MC	F	P
Error	110	4640.83	42.1894		
Falta de ajuste	24	921.26	38.3860	0.89	0.617
Error puro	86	3719.56	43.2508		

Resumen

Iteraciones	5
SSE final	4640.83
DFE	110
MSE	42.1894
S	6.49533



Regresión no lineal: MAS DE TRES LACTACIONES, PERÌODO MAYO - AGOSTO

* ADVERTENCIA * Se detectó matriz de gradiente singular o casi singular en la iteración: 0.

Método

Algoritmo	Gauss-Newton
Iteraciones máx.	200
Tolerancia	0.00001

Ecuación

$$B3ro\ Parto = 27.787 * BDias3 ^ 0.0982247 * Exp(-0.00304019 * BDias3)$$

Cálculos del parámetro

Parámetro	Estimar	EE de estimación	IC de 95%
bo	27.7870	2.28581	(23.3572, 32.3120)
b1	0.0982	0.02528	(0.0508, 0.1509)
b2	0.0030	0.00036	(0.0023, 0.0038)

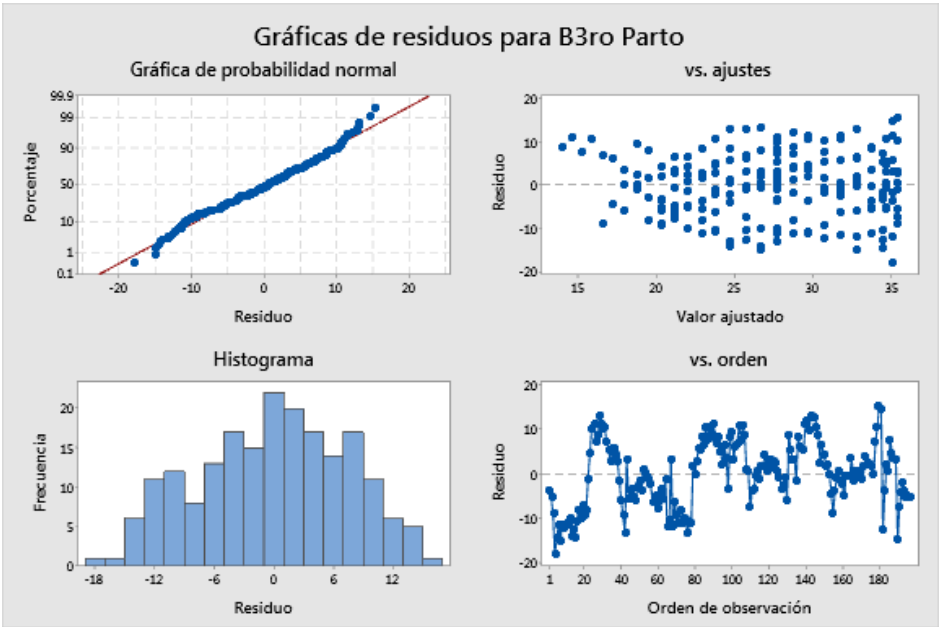
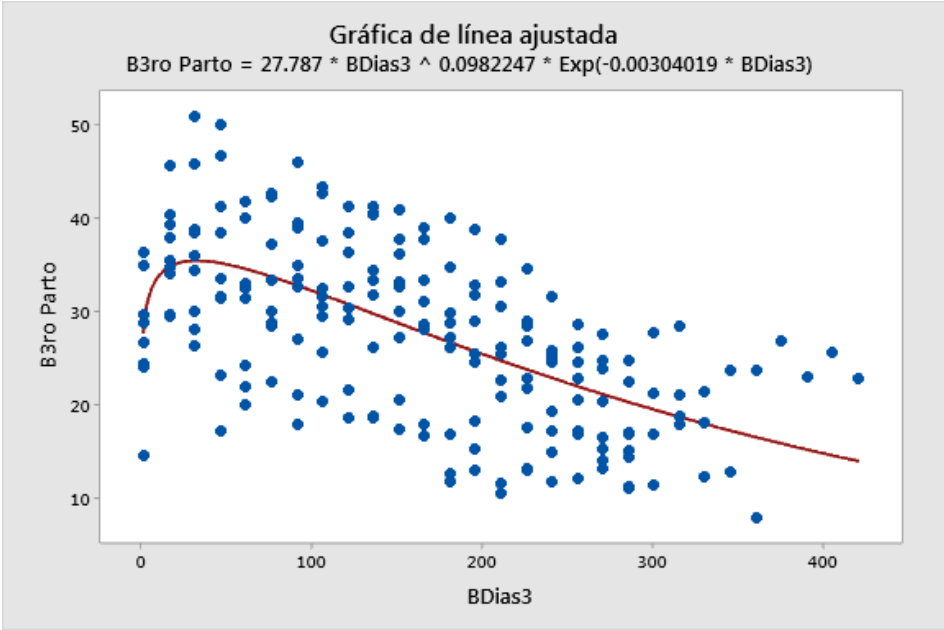
$$B3ro\ Parto = bo * BDias3 ^ b1 * Exp(-b2 * BDias3)$$

Falta de ajuste

Fuente	GL	SC	MC	F	P
Error	194	10759.8	55.4629		
Falta de ajuste	26	866.7	33.3344	0.57	0.956
Error puro	168	9893.1	58.8875		

Resumen

Iteraciones	7
SSE final	10759.8
DFE	194
MSE	55.4629
S	7.44734



Regresión no lineal: MAS DE TRES LACTACIONES, PERÌODO SETIEMBRE - DICIEMBRE

* ADVERTENCIA * Se detectó matriz de gradiente singular o casi singular en la iteración: 0.

Método

Algoritmo	Gauss-Newton
Iteraciones máx.	200
Tolerancia	0.00001

Ecuación

$$C3ro Parto = 33.3522 * CDias3 ^ 0.0260882 * Exp(-0.00203598 * CDias3)$$

Cálculos del parámetro

Parámetro	Estimar	EE de estimación	IC de 95%
Bo	33.3522	4.10735	(25.4073, 41.6045)
b1	0.0261	0.03695	(-0.0416, 0.1054)
b2	0.0020	0.00047	(0.0011, 0.0030)

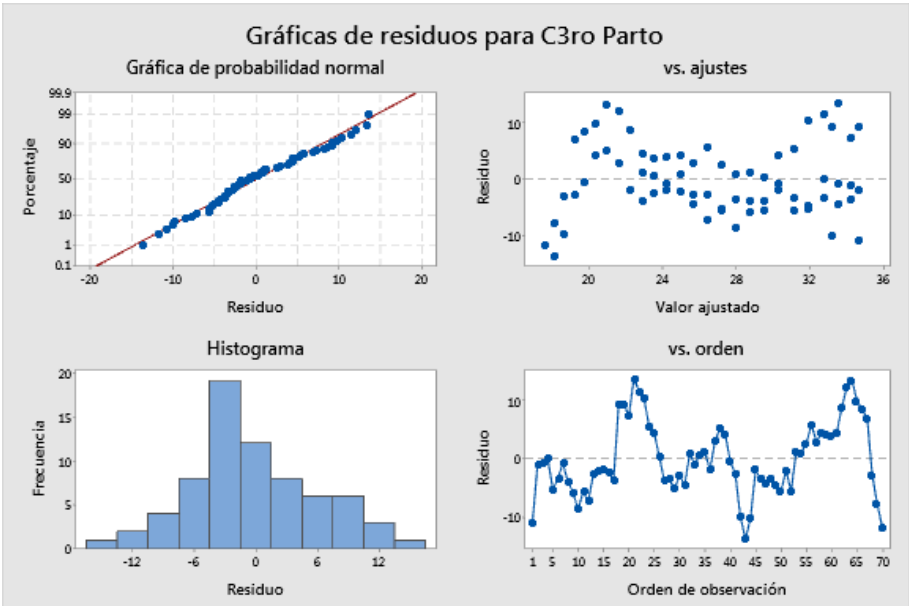
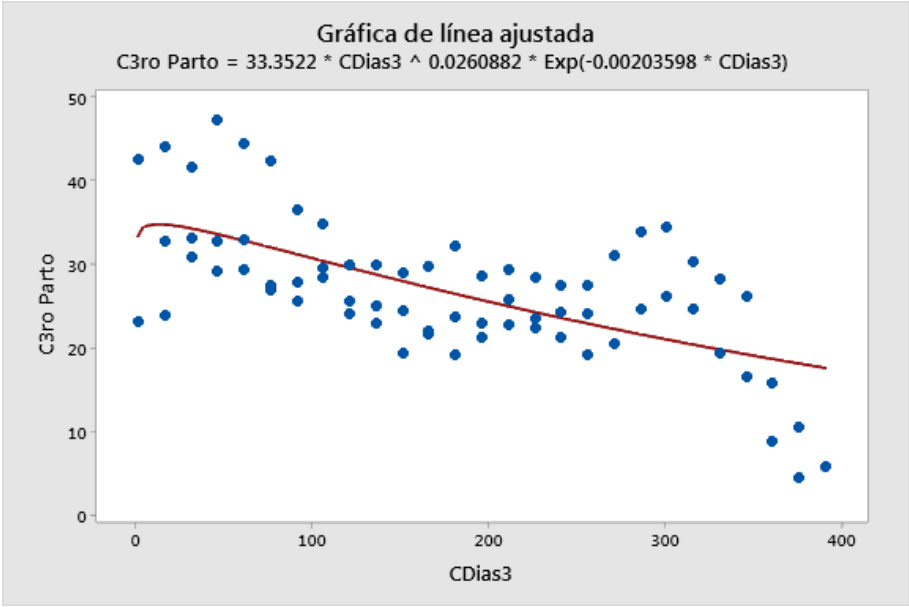
$$C3ro Parto = bo * CDias3 ^ b1 * Exp(-b2 * CDias3)$$

Falta de ajuste

Fuente	GL	SC	MC	F	P
Error	67	2725.80	40.6835		
Falta de ajuste	24	1095.08	45.6281	1.20	0.292
Error puro	43	1630.72	37.9237		

Resumen

Iteraciones	7
SSE final	2725.80
DFE	67
MSE	40.6835
S	6.37836



AÑO 2016

Regresión no lineal: PRIMERA LACTACIÓN, PERIODO ENERO - ABRIL

* ADVERTENCIA * Se detectó matriz de gradiente singular o casi singular en la iteración: 0.

Método

Algoritmo	Gauss-Newton
Iteraciones máx.	200
Tolerancia	0.00001

Ecuación

$$A1er Parto = 19.1458 * Adias1 ^ 0.170968 * EXP(-0.00250857 * Adias1)$$

Cálculos del parámetro

Parámetro	Estimar	EE de estimación	IC de 95%
bo	19.1458	2.07496	(14.8858, 23.5772)
b1	0.1710	0.03047	(0.1122, 0.2401)
b2	0.0025	0.00031	(0.0019, 0.0031)

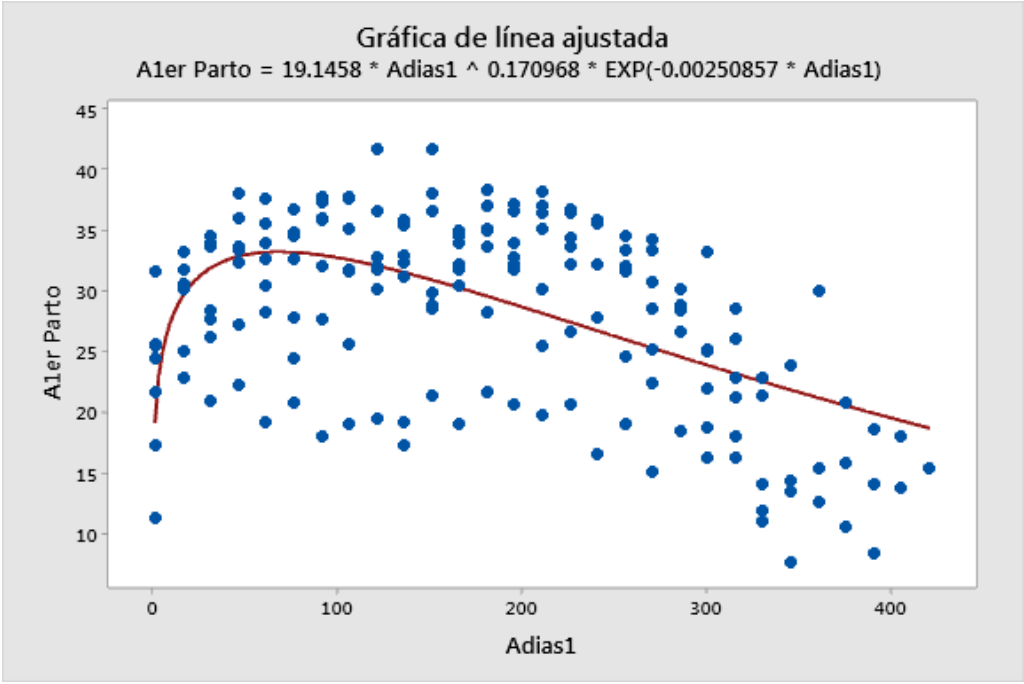
$$A1er Parto = bo * Adias1 ^ b1 * EXP(-b2 * Adias1)$$

Falta de ajuste

Fuente	GL	SC	MC	F	P
Error	169	6991.30	41.3686		
Falta de ajuste	26	1542.11	59.3119	1.56	0.054
Error puro	143	5449.19	38.1062		

Resumen

Iteraciones	9
SSE final	6991.30
DFE	169
MSE	41.3686
S	6.43184



Regresión no lineal: PRIMERA LACTACION, PERÌODO MAYO - AGOSTO

* ADVERTENCIA * Se detectó matriz de gradiente singular o casi singular en la iteración: 0.

Método

Algoritmo	Gauss-Newton
Iteraciones máx.	200
Tolerancia	0.00001

Ecuación

$$B1er Parto = 18.7567 * Bdias1 ^ 0.176625 * EXP(-0.00272414 * Bdias1)$$

Cálculos del parámetro

Parámetro	Estimar	EE de estimación	IC de 95%
bo	18.7567	2.06919	(14.6074, 23.0833)
b1	0.1766	0.03159	(0.1161, 0.2476)
b2	0.0027	0.00035	(0.0020, 0.0035)

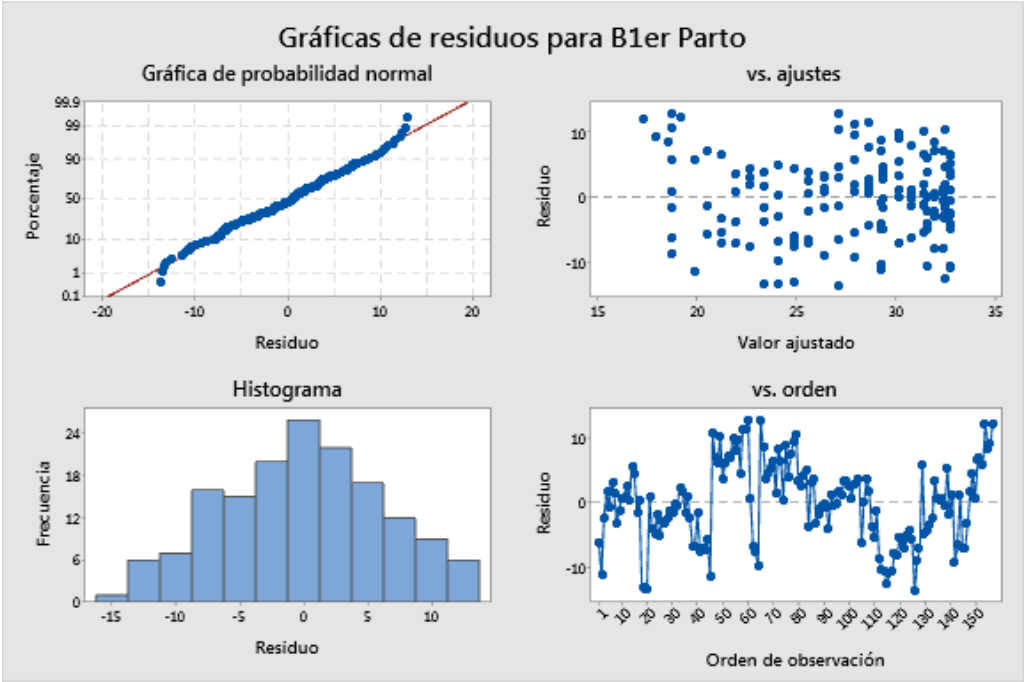
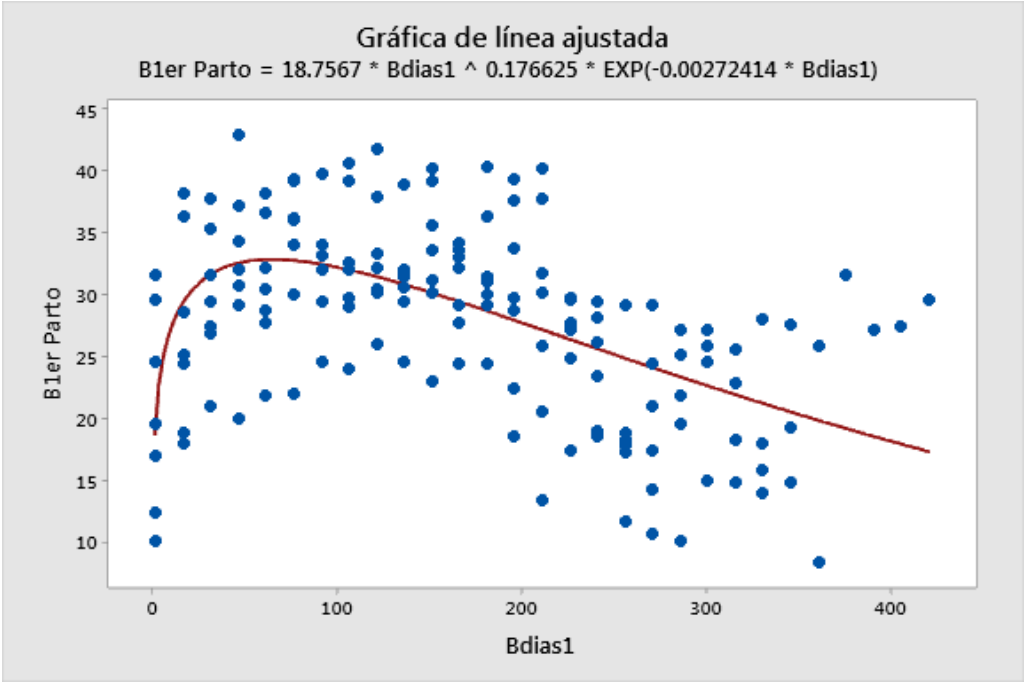
$$B1er Parto = bo * Bdias1 ^ b1 * EXP(-b2 * Bdias1)$$

Falta de ajuste

Fuente	GL	SC	MC	F	P
Error	154	6232.71	40.4721		
Falta de ajuste	26	1269.38	48.8222	1.26	0.200
Error puro	128	4963.33	38.7760		

Resumen

Iteraciones	8
SSE final	6232.71
DFE	154
MSE	40.4721
S	6.36177



Regresión no lineal: PRIMERA LACTACION, PERÌODO SETIEMBRE - DICIEMBRE

* ADVERTENCIA * Se detectó matriz de gradiente singular o casi singular en la iteración: 0.

Método

Algoritmo	Gauss-Newton
Iteraciones máx.	200
Tolerancia	0.00001

Ecuación

C1er Parto = $22.67 * Cdias1 ^ 0.145856 * EXP(-0.00279773 * Cdias1)$

Cálculos del parámetro

Parámetro	Estimar	EE de estimación	IC de 95%
bo	22.6700	3.41067	(15.5508, 30.1292)
b1	0.1459	0.04581	(0.0572, 0.2570)
b2	0.0028	0.00062	(0.0015, 0.0042)

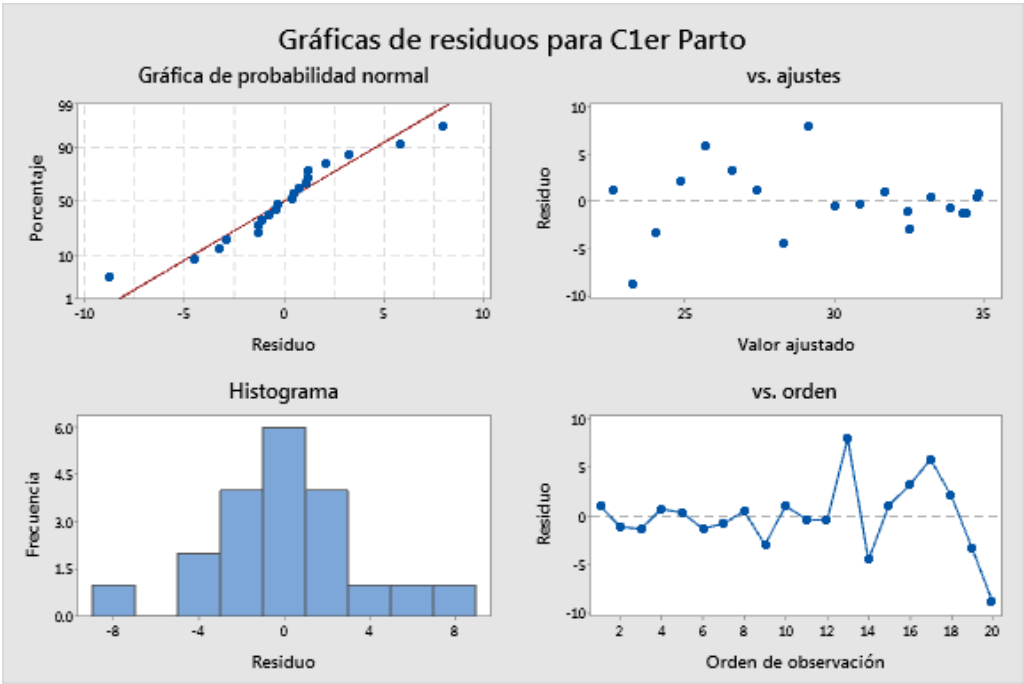
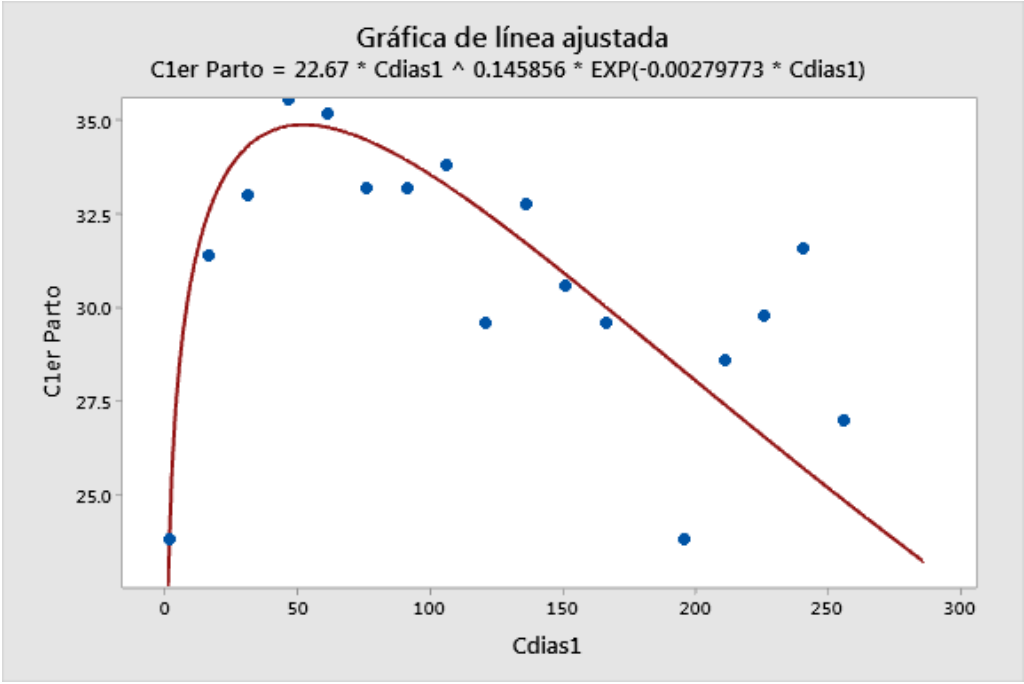
$C1er Parto = bo * Cdias1 ^ b1 * EXP(-b2 * Cdias1)$

Falta de ajuste

No hay réplicas.
Minitab no puede realizar la prueba de falta de ajuste basándose en el error puro.

Resumen

Iteraciones	7
SSE final	242.020
DFE	17
MSE	14.2365
S	3.77312



Regresión no lineal: SEGUNDA LACTACION, PERÌODO ENERO - ABRIL

* ADVERTENCIA * Se detectó matriz de gradiente singular o casi singular en la iteración: 0.

Método

Algoritmo	Gauss-Newton
Iteraciones máx.	200
Tolerancia	0.00001

Ecuación

$$A2do\ Parto = 30.249 * ADias2 \wedge 0.0972469 * EXP(-0.0025616 * ADias2)$$

Cálculos del parámetro

Parámetro	Estimar	EE de estimación	IC de 95%
bo	30.2490	2.67175	(24.9559, 35.6774)
b1	0.0972	0.02549	(0.0492, 0.1515)
b2	0.0026	0.00028	(0.0020, 0.0031)

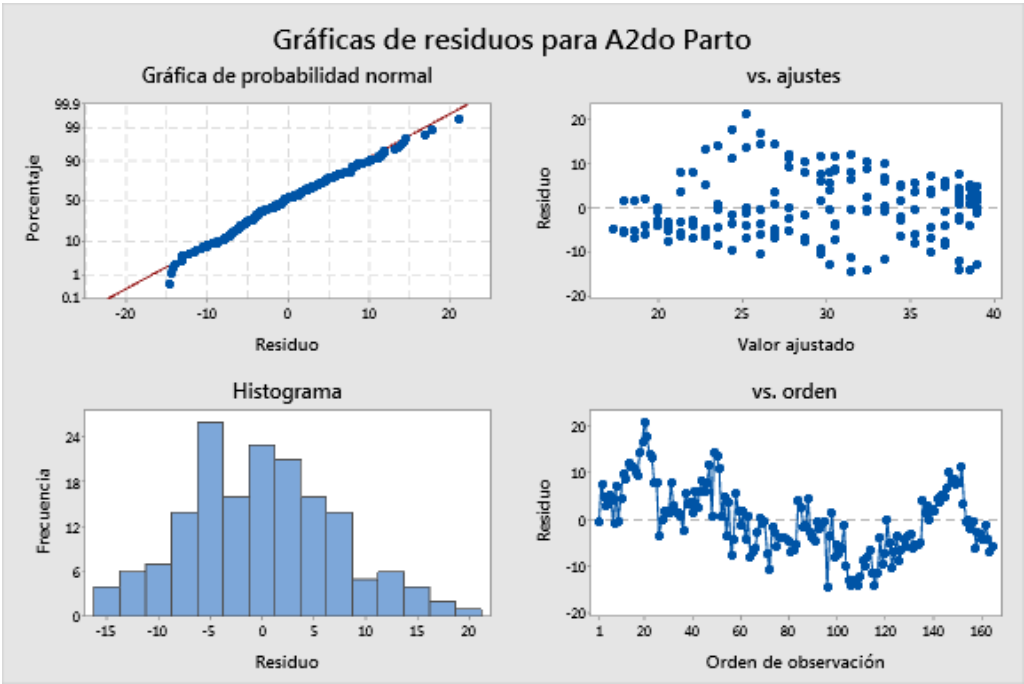
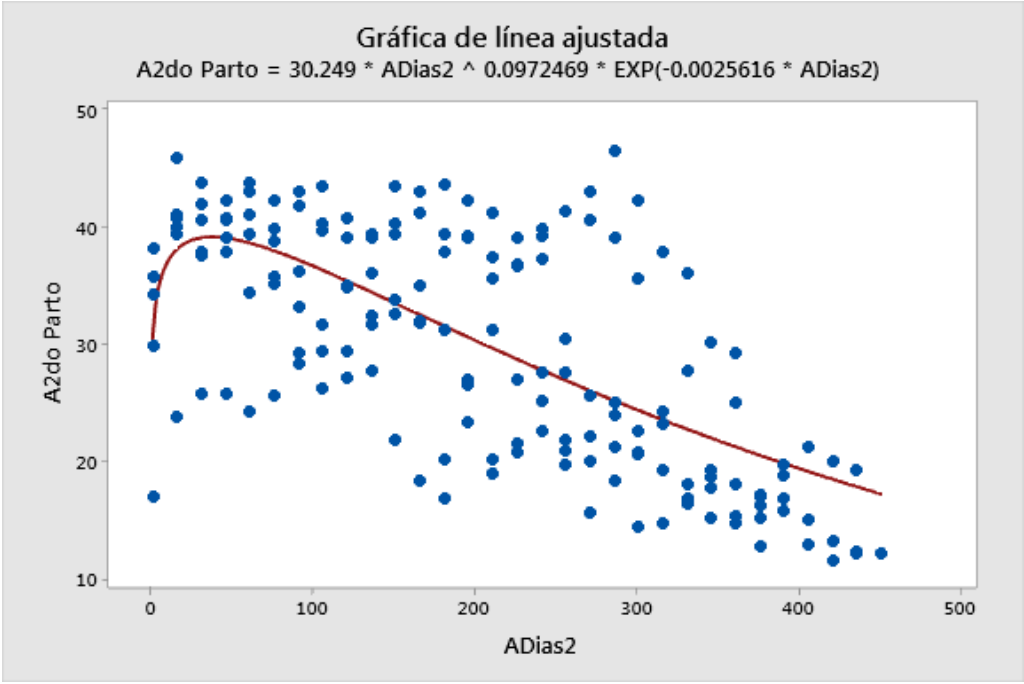
$$A2do\ Parto = bo * ADias2 \wedge b1 * EXP(-b2 * ADias2)$$

Falta de ajuste

Fuente	GL	SC	MC	F	P
Error	162	8575.26	52.9337		
Falta de ajuste	28	666.84	23.8156	0.40	0.997
Error puro	134	7908.43	59.0181		

Resumen

Iteraciones	7
SSE final	8575.26
DFE	162
MSE	52.9337
S	7.27556



Regresión no lineal: SEGUNDA LACTACION, PERÌODO MAYO - AGOSTO

* ADVERTENCIA * Se detectó matriz de gradiente singular o casi singular en la iteración: 0.

Método

Algoritmo	Gauss-Newton
Iteraciones máx.	200
Tolerancia	0.00001

Ecuación

$$B2do Parto = 32.669 * BDias2 ^ 0.127851 * EXP(-0.00472444 * BDias2)$$

Cálculos del parámetro

Parámetro	Estimar	EE de estimación	IC de 95%
bo	32.6690	2.80562	(27.0485, 38.3968)
b1	0.1279	0.02726	(0.0758, 0.1864)
b2	0.0047	0.00042	(0.0039, 0.0056)

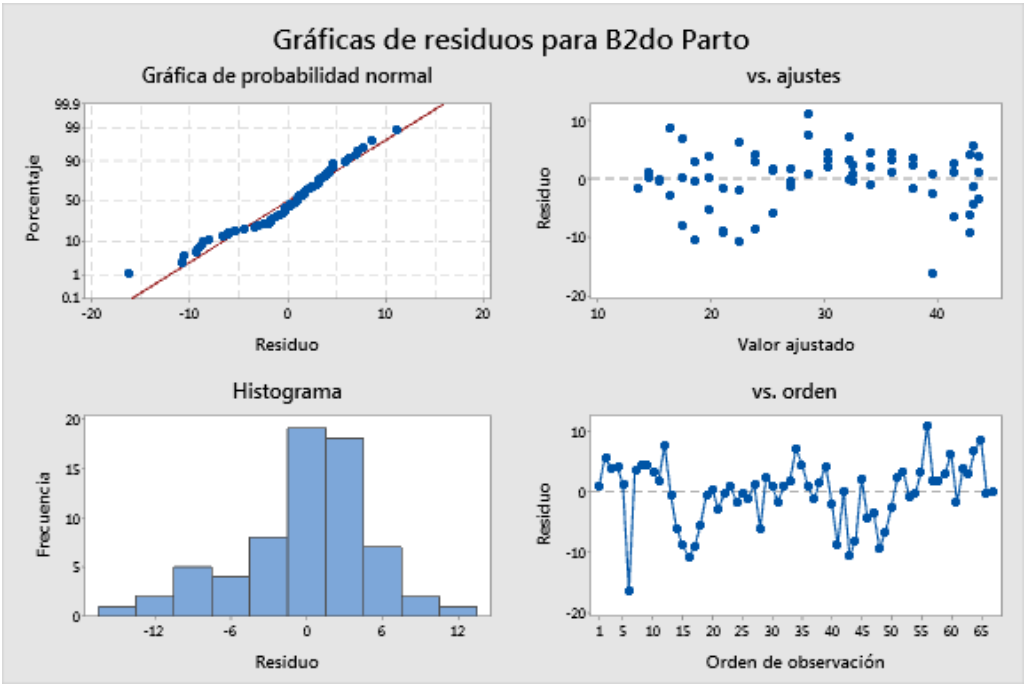
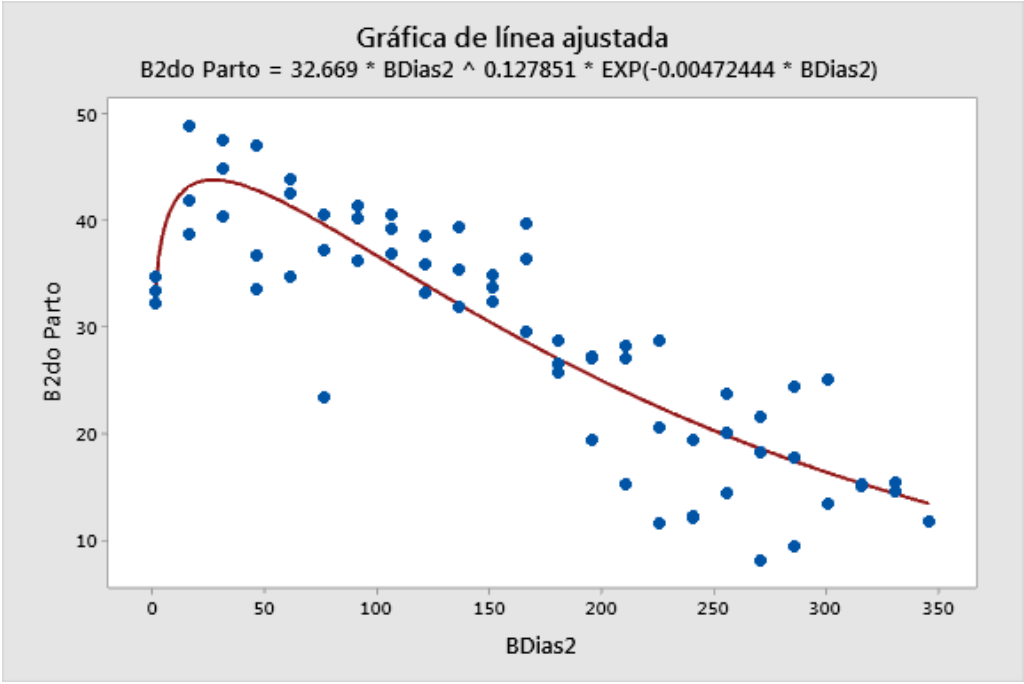
$$B2do Parto = bo * BDias2 ^ b1 * EXP(-b2 * BDias2)$$

Falta de ajuste

Fuente	GL	SC	MC	F	P
Error	64	1761.35	27.5211		
Falta de ajuste	21	583.22	27.7724	1.01	0.468
Error puro	43	1178.13	27.3983		

Resumen

Iteraciones	7
SSE final	1761.35
DFE	64
MSE	27.5211
S	5.24605



Regresión no lineal: SEGUNDA LACTACION, PERÌODO SETIEMBRE - DICIEMBRE

* ADVERTENCIA * Se detectó matriz de gradiente singular o casi singular en la iteración: 0.

Método

Algoritmo	Gauss-Newton
Iteraciones máx.	200
Tolerancia	0.00001

Ecuación

$$C2do\ Parto = 33.7839 * CDias2 ^ 0.0288255 * EXP(-0.00259724 * CDias2)$$

Cálculos del parámetro

Parámetro	Estimar	EE de estimación	IC de 95%
bo	33.7839	3.61107	(27.0383, 40.7400)
b1	0.0288	0.03239	(-0.0301, 0.0950)
b2	0.0026	0.00041	(0.0018, 0.0035)

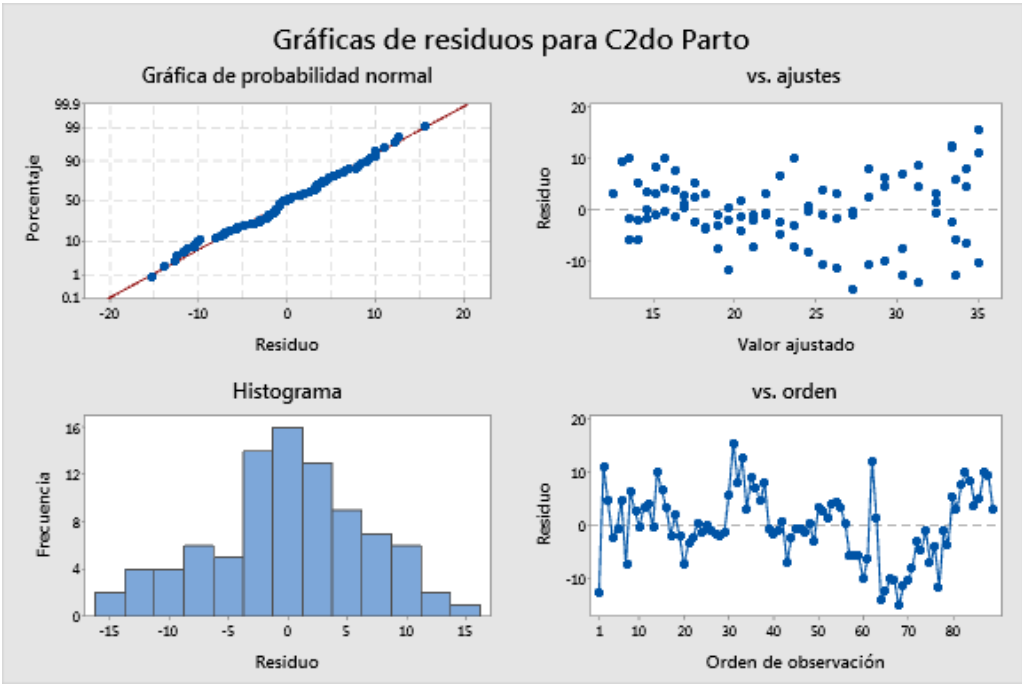
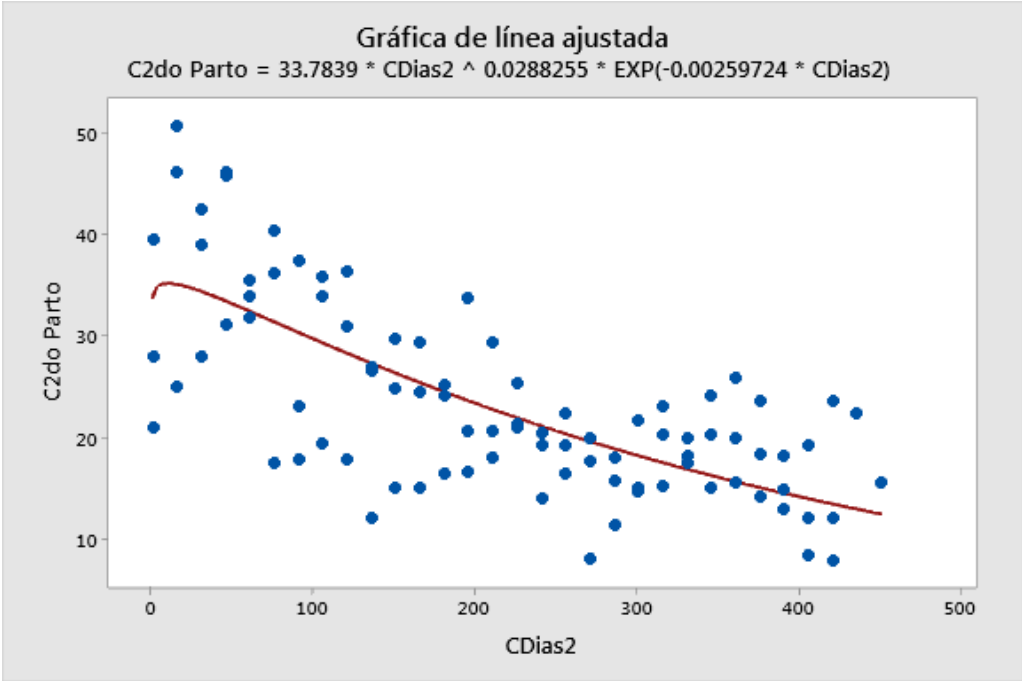
$$C2do\ Parto = bo * CDias2 ^ b1 * EXP(-b2 * CDias2)$$

Falta de ajuste

Fuente	GL	SC	MC	F	P
Error	86	3857.91	44.8594		
Falta de ajuste	28	966.68	34.5244	0.69	0.855
Error puro	58	2891.23	49.8487		

Resumen

Iteraciones	9
SSE final	3857.91
DFE	86
MSE	44.8594
S	6.69772



Regresión no lineal: MAS DE TRES LACTACIONES, PERÌODO ENERO - ABRIL

* ADVERTENCIA * Se detectó matriz de gradiente singular o casi singular en la iteración: 0.

Método

Algoritmo	Gauss-Newton
Iteraciones máx.	200
Tolerancia	0.00001

Ecuación

$$A3ro\ Parto = 21.8711 * ADias3 ^ 0.174569 * EXP(-0.00352233 * ADias3)$$

Cálculos del parámetro

Parámetro	Estimar	EE de estimación	IC de 95%
bo	21.8711	3.42509	(14.9470, 29.1486)
b1	0.1746	0.04642	(0.0880, 0.2841)
b2	0.0035	0.00058	(0.0024, 0.0047)

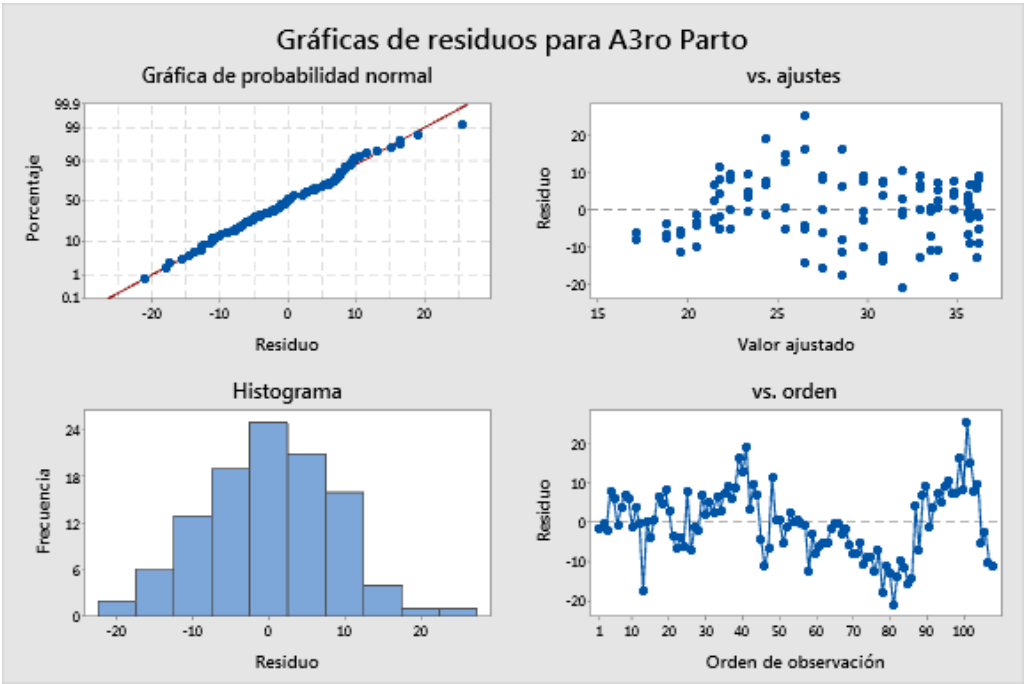
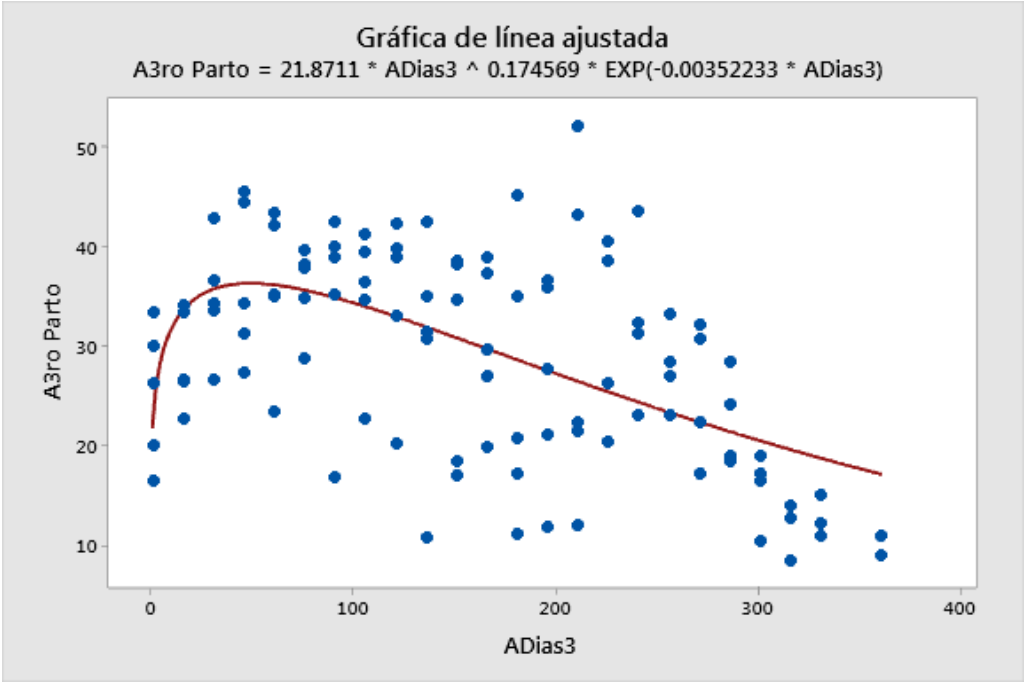
$$A3ro\ Parto = bo * ADias3 ^ b1 * EXP(-b2 * ADias3)$$

Falta de ajuste

Fuente	GL	SC	MC	F	P
Error	105	7916.57	75.3959		
Falta de ajuste	21	1496.05	71.2405	0.93	0.553
Error puro	84	6420.52	76.4348		

Resumen

Iteraciones	8
SSE final	7916.57
DFE	105
MSE	75.3959
S	8.68308



Regresión no lineal: MAS DE TRES LACTACIONES, PERÌODO MAYO - AGOSTO

* ADVERTENCIA * Se detectó matriz de gradiente singular o casi singular en la iteración: 0.

Método

Algoritmo	Gauss-Newton
Iteraciones máx.	200
Tolerancia	0.00001

Ecuación

$$B3ro\ Parto = 33.5428 * BDias3 ^ 0.0845785 * EXP(-0.00391458 * BDias3)$$

Cálculos del parámetro

Parámetro	Estimar	EE de estimación	IC de 95%
bo	33.5428	1.73057	(30.1566, 36.9637)
b1	0.0846	0.01659	(0.0528, 0.1185)
b2	0.0039	0.00027	(0.0034, 0.0045)

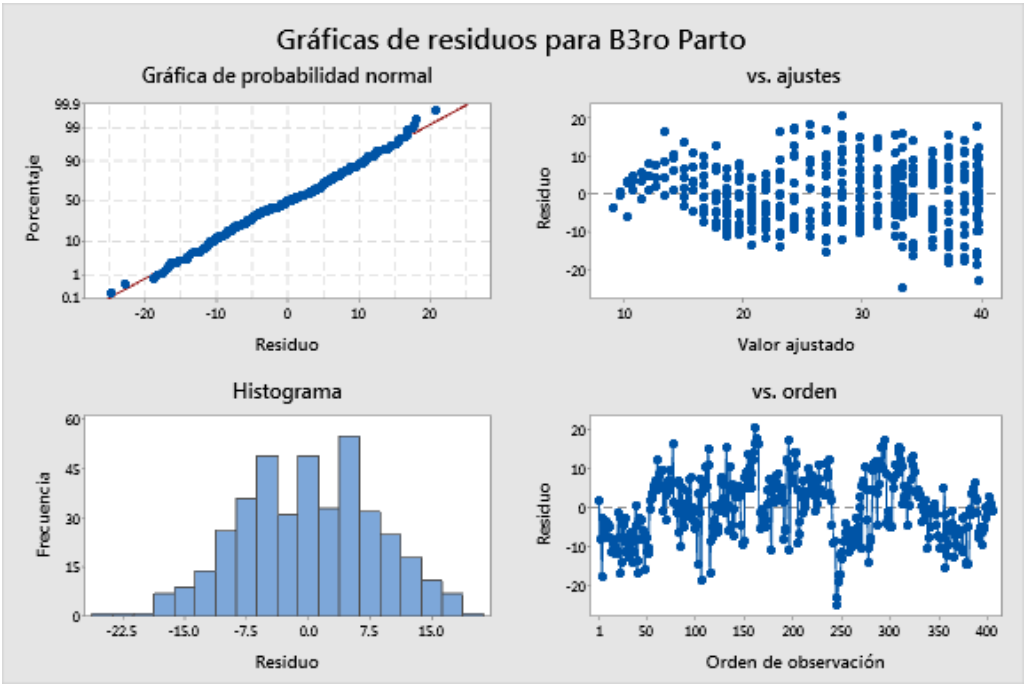
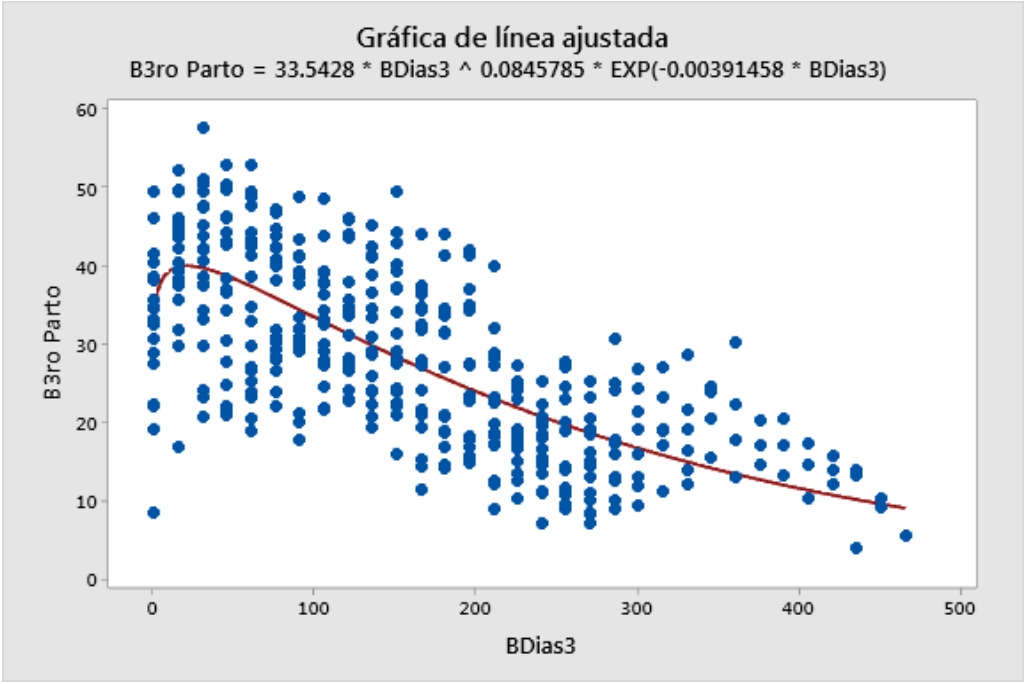
$$B3ro\ Parto = bo * BDias3 ^ b1 * EXP(-b2 * BDias3)$$

Falta de ajuste

Fuente	GL	SC	MC	F	P
Error	403	27497.3	68.2315		
Falta de ajuste	29	2195.4	75.7017	1.12	0.310
Error puro	374	25302.0	67.6523		

Resumen

Iteraciones	7
SSE final	27497.3
DFE	403
MSE	68.2315
S	8.26024



Regresión no lineal: MAS DE TRES LACTACIONES, PERÌODO SETIEMBRE - DICIEMBRE

* ADVERTENCIA * Se detectó matriz de gradiente singular o casi singular en la iteración: 0.

Método

Algoritmo	Gauss-Newton
Iteraciones máx.	200
Tolerancia	0.00001

Ecuación

$C3ro\ Parto = 39.6573 * CDias3 ^ 0.0121506 * EXP(-0.00213431 * CDias3)$

Cálculos del parámetro

Parámetro	Estimar	EE de estimación	IC de 95%
bo	39.6573	2.82390	(34.2976, 45.1280)
b1	0.0122	0.02150	(-0.0280, 0.0557)
b2	0.0021	0.00027	(0.0016, 0.0027)

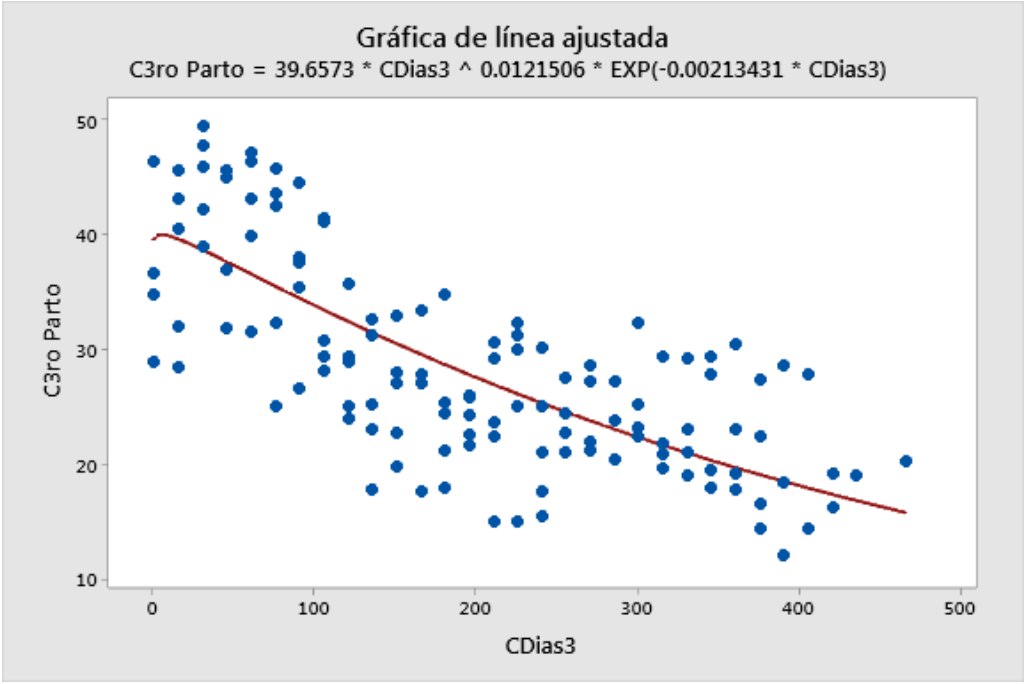
$C3ro\ Parto = bo * CDias3 ^ b1 * EXP(-b2 * CDias3)$

Falta de ajuste

Fuente	GL	SC	MC	F	P
Error	125	4649.81	37.1985		
Falta de ajuste	28	1294.09	46.2174	1.34	0.151
Error puro	97	3355.72	34.5951		

Resumen

Iteraciones	8
SSE final	4649.81
DFE	125
MSE	37.1985
S	6.09905



AÑO 2017

Regresión no lineal: PRIMERA LACTACIÓN, PERÍODO ENERO - ABRIL

* ADVERTENCIA * Se detectó matriz de gradiente singular o casi singular en la iteración: 0.

Método

Algoritmo	Gauss-Newton
Iteraciones máx.	200
Tolerancia	0.00001

Ecuación

$A1er Parto = 20.3489 * ADias1 ^ 0.116085 * Exp(-0.00135036 * ADias1)$

Cálculos del parámetro

Parámetro	Estimar	EE de estimación	IC de 95%
b0	20.3489	1.75566	(16.9612, 23.8538)
b1	0.1161	0.02389	(0.0714, 0.1661)
b2	0.0014	0.00023	(0.0009, 0.0018)

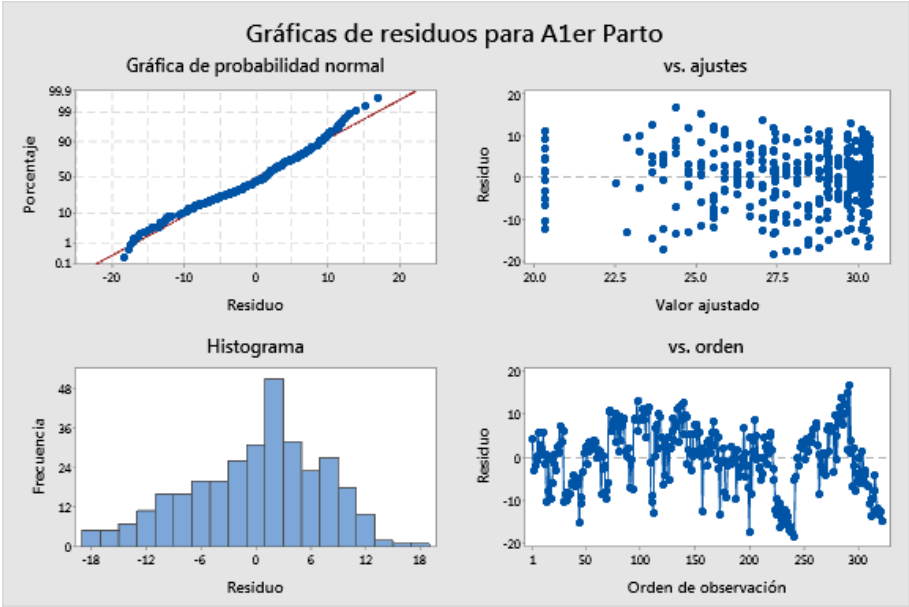
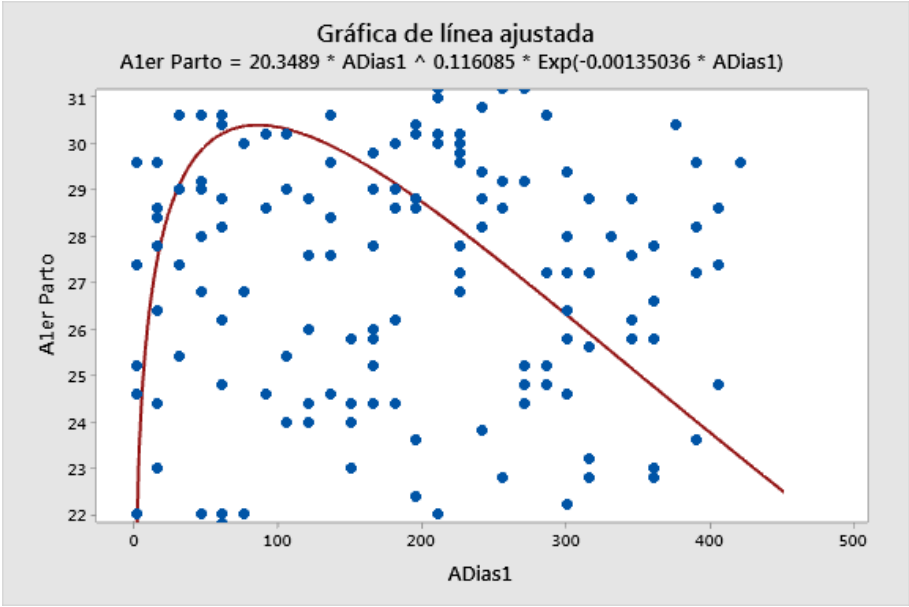
$A1er Parto = b0 * ADias1 ^ b1 * Exp(-b2 * ADias1)$

Falta de ajuste

Fuente	GL	SC	MC	F	P
Error	319	16858.0	52.8463		
Falta de ajuste	28	763.0	27.2497	0.49	0.987
Error puro	291	16095.0	55.3092		

Resumen

Iteraciones	6
SSE final	16858.0
DFE	319
MSE	52.8463
S	7.26955



Regresión no lineal: PRIMERA LACTACIÓN, PERÌODO MAYO - AGOSTO

* ADVERTENCIA * Se detectó matriz de gradiente singular o casi singular en la iteración: 0.

Método

Algoritmo	Gauss-Newton
Iteraciones máx.	200
Tolerancia	0.00001

Ecuación

$$B1er Parto = 24.5252 * BDias1 ^ 0.10595 * Exp(-0.00095836 * BDias1)$$

Cálculos del parámetro

Parámetro	Estimar	EE de estimación	IC de 95%
b0	24.5252	5.58987	(11.5376, 37.8406)
b1	0.1059	0.06694	(-0.0263, 0.3173)
b2	0.0010	0.00081	(-0.0007, 0.0030)

$$B1er Parto = b0 * BDias1 ^ b1 * Exp(-b2 * BDias1)$$

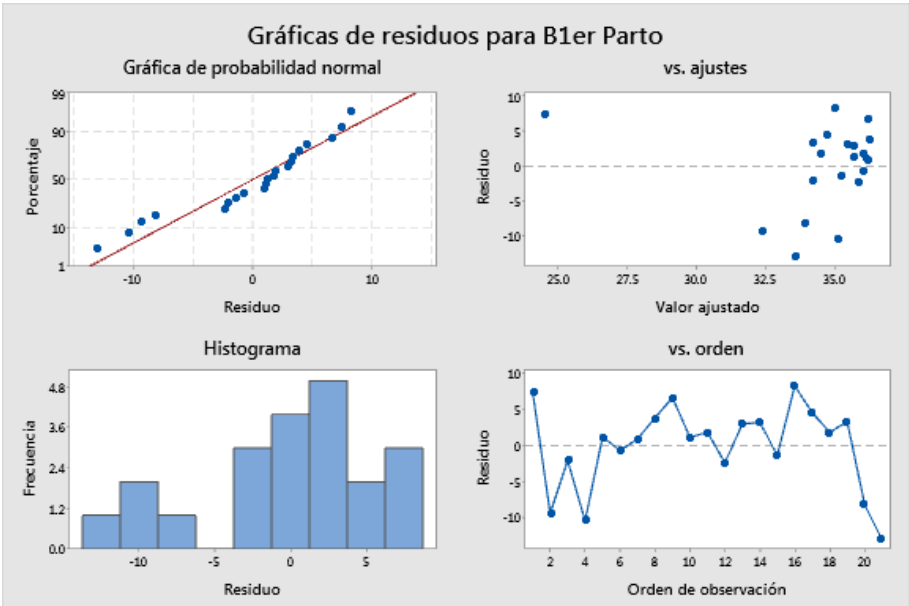
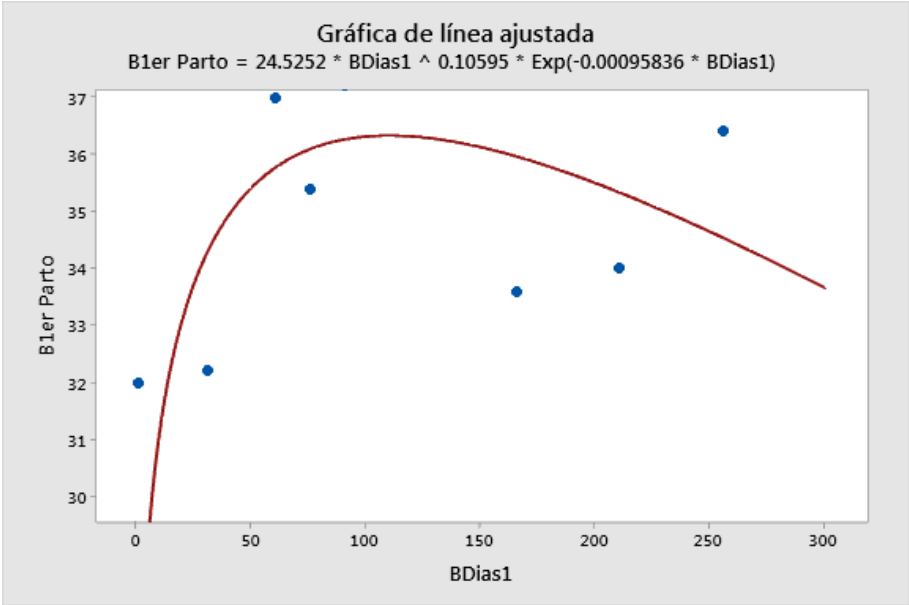
Falta de ajuste

No hay réplicas.

Minitab no puede realizar la prueba de falta de ajuste basándose en el error puro.

Resumen

Iteraciones	11
SSE final	693.740
DFE	18
MSE	38.5411
S	6.20815



Regresión no lineal: PRIMERA LACTACIÓN, PERÌODO SETIEMBRE – DICIEMBRE

* ADVERTENCIA * Se detectó matriz de gradiente singular o casi singular en la iteración: 0.

Método

Algoritmo	Gauss-Newton
Iteraciones máx.	200
Tolerancia	0.00001

Ecuación

$$C1er Parto = 28.7425 * Cdias1 ^ 0.0578303 * Exp(-0.000244731 * Cdias1)$$

Cálculos del parámetro

Parámetro	Estimar	EE de estimación	IC de 95%
b0	28.7425	2.32070	(24.2719, 33.3435)
b1	0.0578	0.02210	(0.0167, 0.1034)
b2	0.0002	0.00021	(-0.0002, 0.0007)

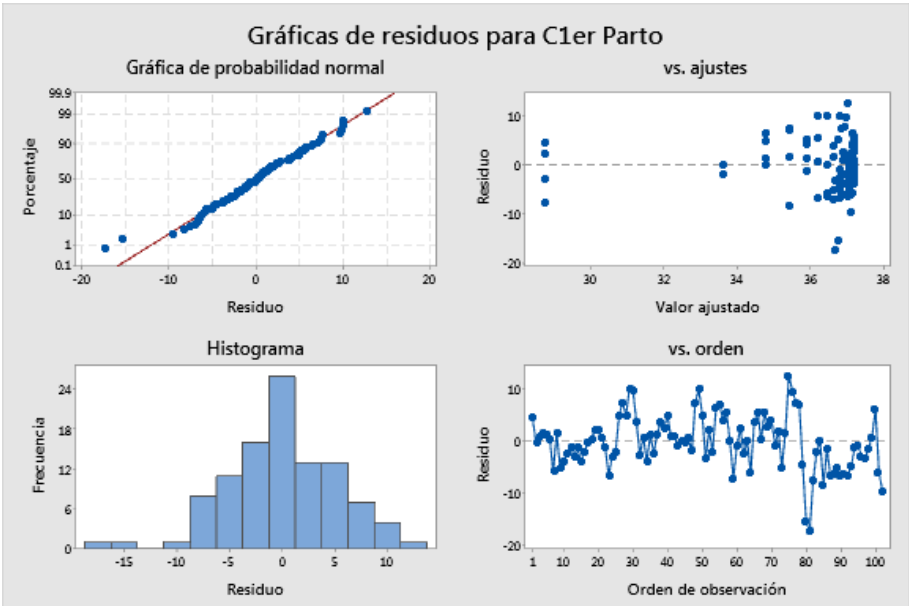
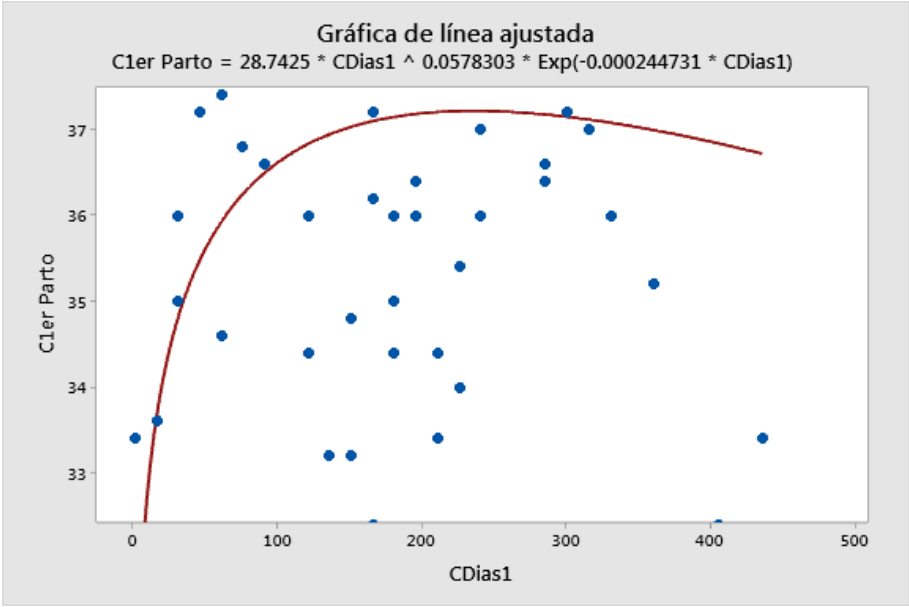
$$C1er Parto = b0 * Cdias1 ^ b1 * Exp(-b2 * Cdias1)$$

Falta de ajuste

Fuente	GL	SC	MC	F	P
Error	99	2697.57	27.2481		
Falta de ajuste	27	887.33	32.8639	1.31	0.184
Error puro	72	1810.24	25.1422		

Resumen

Iteraciones	7
SSE final	2697.57
DFE	99
MSE	27.2481
S	5.21997



Regresión no lineal: SEGUNDA LACTACION, PERÌODO MAYO – AGOSTO

* ADVERTENCIA * Se detectó matriz de gradiente singular o casi singular en la iteración: 0.

Método

Algoritmo	Gauss-Newton
Iteraciones máx.	200
Tolerancia	0.00001

Ecuación

A2do Parto = 28.9097 * Adias2 ^ 0.0428697 * Exp(-0.00119487 * Adias2)

Cálculos del parámetro

Parámetro	Estimar	EE de estimación	IC de 95%
b0	28.9097	2.65325	(23.6929, 34.2384)
b1	0.0429	0.02706	(-0.0078, 0.1002)
b2	0.0012	0.00033	(0.0006, 0.0019)

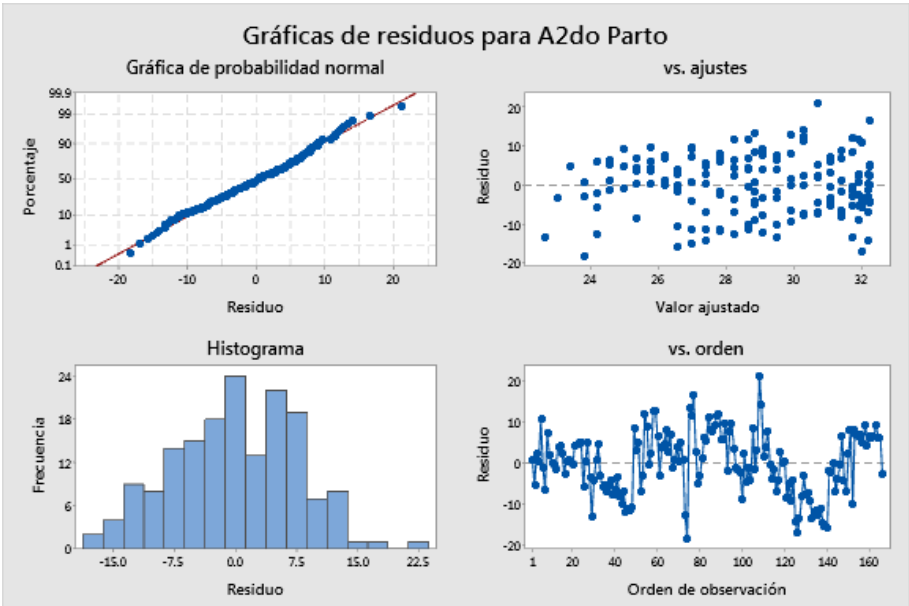
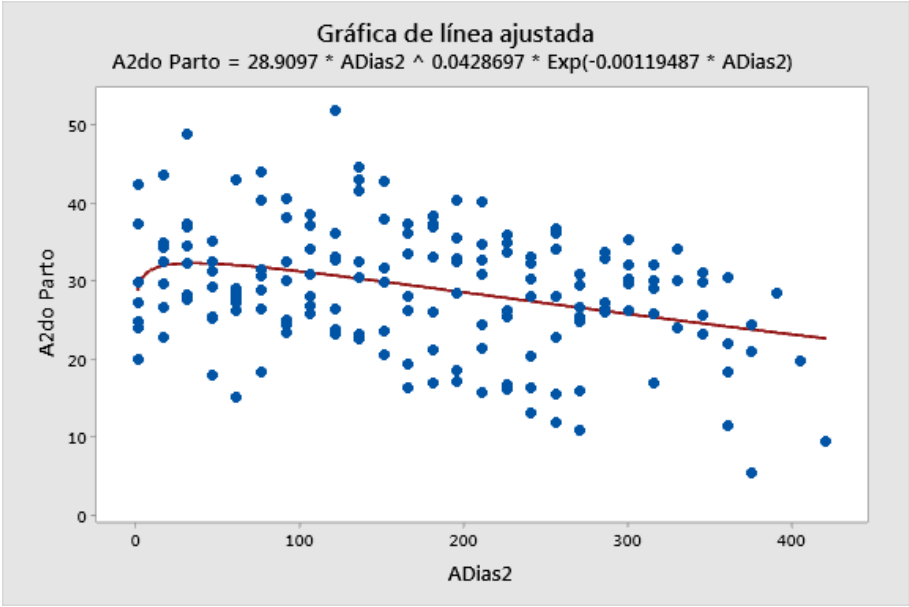
$A2do\ Parto = b0 * Adias2 ^ b1 * Exp(-b2 * Adias2)$

Falta de ajuste

Fuente	GL	SC	MC	F	P
Error	163	9472.13	58.1112		
Falta de ajuste	26	1297.39	49.8996	0.84	0.694
Error puro	137	8174.74	59.6696		

Resumen

Iteraciones	6
SSE final	9472.13
DFE	163
MSE	58.1112
S	7.62307



Regresión no lineal: SEGUNDA LACTACION, PERÌODO MAYO - AGOSTO

* ADVERTENCIA * Se detectó matriz de gradiente singular o casi singular en la iteración: 0.

Método

Algoritmo	Gauss-Newton
Iteraciones máx.	200
Tolerancia	0.00001

Ecuación

$$B2do Parto = 23.1666 * BDias2 ^ 0.123647 * Exp(-0.00133349 * BDias2)$$

Cálculos del parámetro

Parámetro	Estimar	EE de estimación	IC de 95%
b0	23.1666	1.83720	(19.4822, 26.9616)
b1	0.1236	0.02169	(0.0818, 0.1704)
b2	0.0013	0.00020	(0.0009, 0.0017)

$$B2do Parto = b0 * BDias2 ^ b1 * Exp(-b2 * BDias2)$$

Falta de ajuste

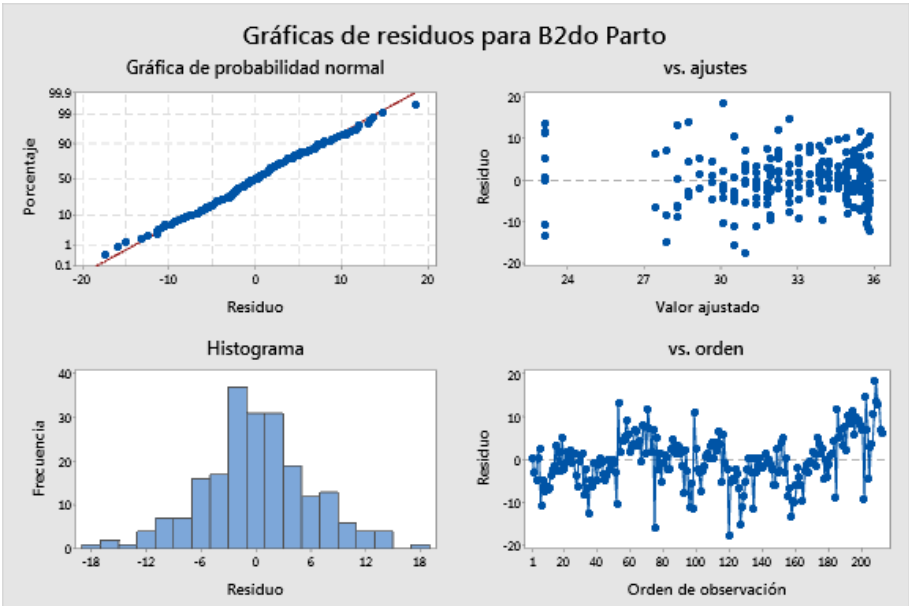
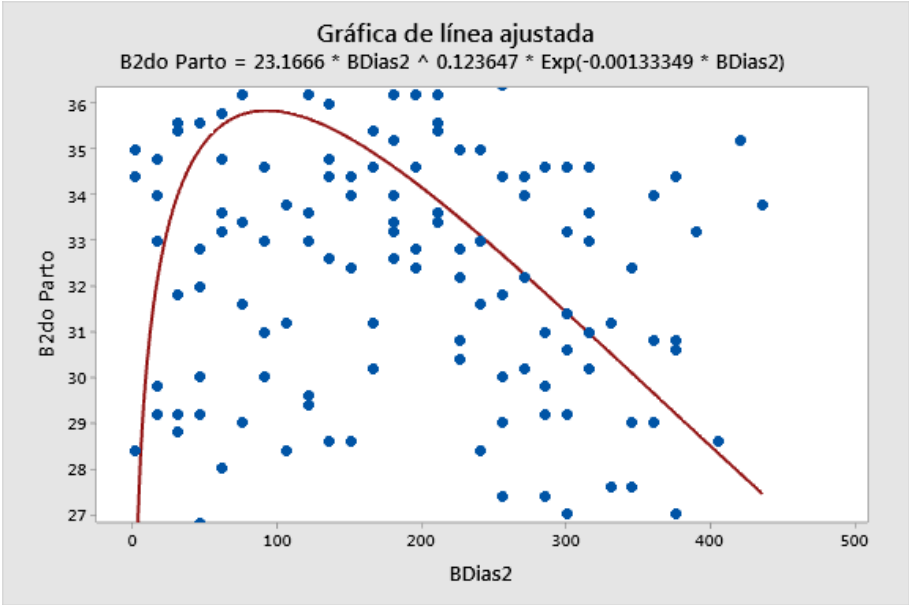
Fuente	GL	SC	MC	F	P
Error	210	7645.49	36.4071		
Falta de ajuste	27	817.88	30.2920	0.81	0.733
Error puro	183	6827.61	37.3093		

Resumen

Iteraciones	8
SSE final	7645.49
DFE	210
MSE	36.4071
S	6.03383

Predicción

Nuev a Obs	BDias 2	Ajuste	EE de ajuste	IC de 95%	IP de 95%
1	25	33.360	0.80439	(31.775, 0, 34.9465)	(21.360, 9, 45.3606)



Regresión no lineal: SEGUNDA LACTACION, PERÌODO SETIEMBRE - DICIEMBRE

* ADVERTENCIA * Se detectó matriz de gradiente singular o casi singular en la iteración: 0.

Método

Algoritmo	Gauss-Newton
Iteraciones máx.	200
Tolerancia	0.00001

Ecuación

$C2do\ Parto = 34.2893 * CDias2 \wedge 0.0634829 * Exp(-0.00142833 * CDias2)$

Cálculos del parámetro

Parámetro	Estimar	EE de estimación	IC de 95%
b0	34.2893	3.05931	(28.3141, 40.4382)
b1	0.0635	0.02529	(0.0157, 0.1171)
b2	0.0014	0.00026	(0.0009, 0.0020)

$C2do\ Parto = b0 * CDias2 \wedge b1 * Exp(-b2 * CDias2)$

Falta de ajuste

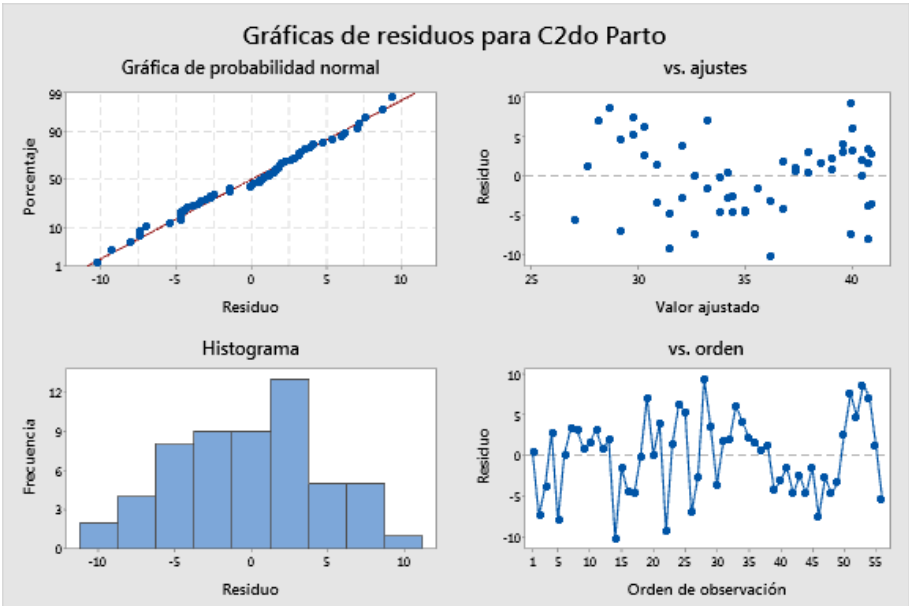
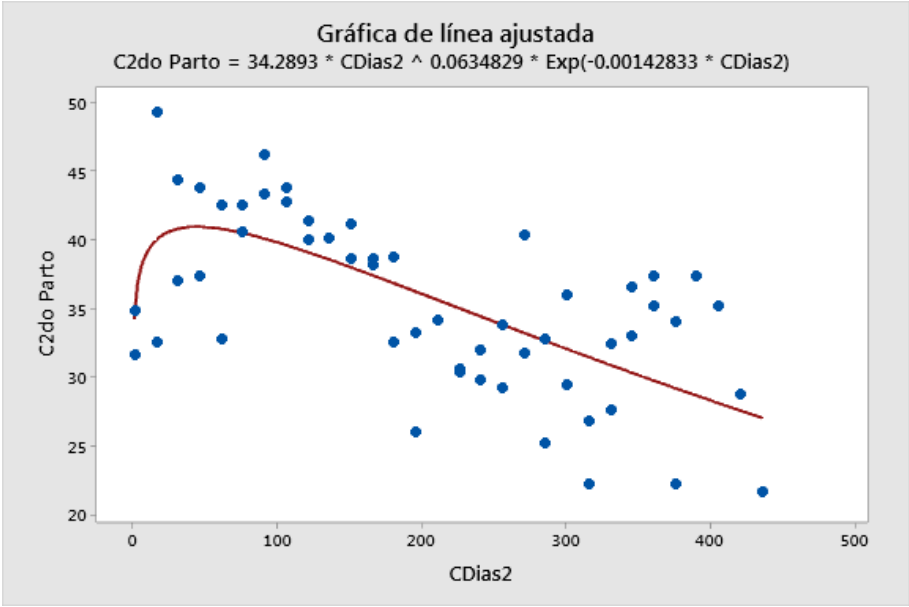
Fuente	GL	SC	MC	F	P
Error	53	1216.26	22.9482		
Falta de ajuste	27	716.86	26.5502	1.38	0.206
Error puro	26	499.40	19.2077		

Resumen

Iteraciones	7
SSE final	1216.26
DFE	53
MSE	22.9482
S	4.79043

Predicción

Nuev a Obs	CDias 2	Ajuste	EE de ajuste	IC de 95%	IP de 95%
1	25	40.587	1.2388	(38.1030, 43.0727)	(30.6633, 50.5123)



Regresión no lineal: MAS DE TRES LACTACIONES, PERÌODO ENERO - ABRIL

* ADVERTENCIA * Se detectó matriz de gradiente singular o casi singular en la iteración: 0.

Método

Algoritmo	Gauss-Newton
Iteraciones máx.	200
Tolerancia	0.00001

Ecuación

A3ro Parto = 22.3481 * ADias3 ^ 0.13752 * Exp(-0.00226049 * ADias3)

Cálculos del parámetro

Parámetro	Estimar	EE de estimación	IC de 95%
b0	22.3481	1.87887	(18.6306, 26.1807)
b1	0.1376	0.02368	(0.0928, 0.1878)
b2	0.0023	0.00024	(0.0018, 0.0027)

A3ro Parto = b0 * ADias3 ^ b1 * Exp(-b2 * ADias3)

Falta de ajuste

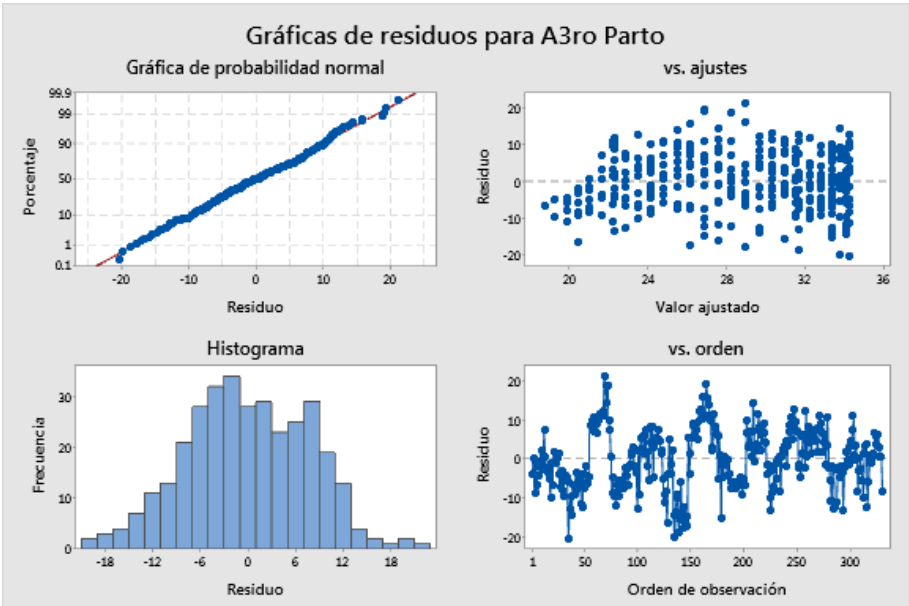
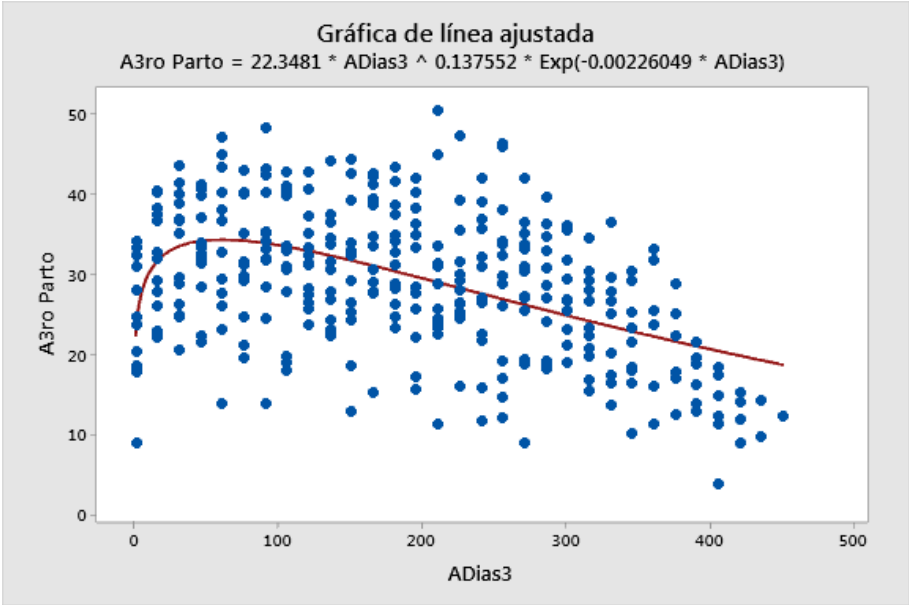
Fuente	GL	SC	MC	F	P
Error	328	19843.6	60.4989		
Falta de ajuste	28	1525.9	54.4964	0.89	0.626
Error puro	300	18317.7	61.0591		

Resumen

Iteraciones	7
SSE final	19843.6
DFE	328
MSE	60.4989
S	7.77810

Predicción

Nuevo a Obs	ADias 3	Ajuste	EE de ajuste	IC de 95%	IP de 95%
1	25	32.884	0.84008	(31.231	(17.494
		2	2	6, 34.5369)	0, 48.2745)



Regresión no lineal: MAS DE TRES LACTACIONES PARIDAS EN ABRIL

* ADVERTENCIA * Se detectó matriz de gradiente singular o casi singular en la iteración: 0.

Método

Algoritmo	Gauss-Newton
Iteraciones máx.	200
Tolerancia	0.00001

Ecuación

$$B3ro\ Parto = 31.2474 * BDias3 ^ 0.0548719 * Exp(-0.00209093 * BDias3)$$

Cálculos del parámetro

Parámetro	Estimar	EE de estimación	IC de 95%
b0	31.2474	1.58576	(28.2311, 34.3148)
b1	0.0549	0.01582	(0.0252, 0.0863)
b2	0.0021	0.00022	(0.0017, 0.0025)

$$B3ro\ Parto = b0 * BDias3 ^ b1 * Exp(-b2 * BDias3)$$

Falta de ajuste

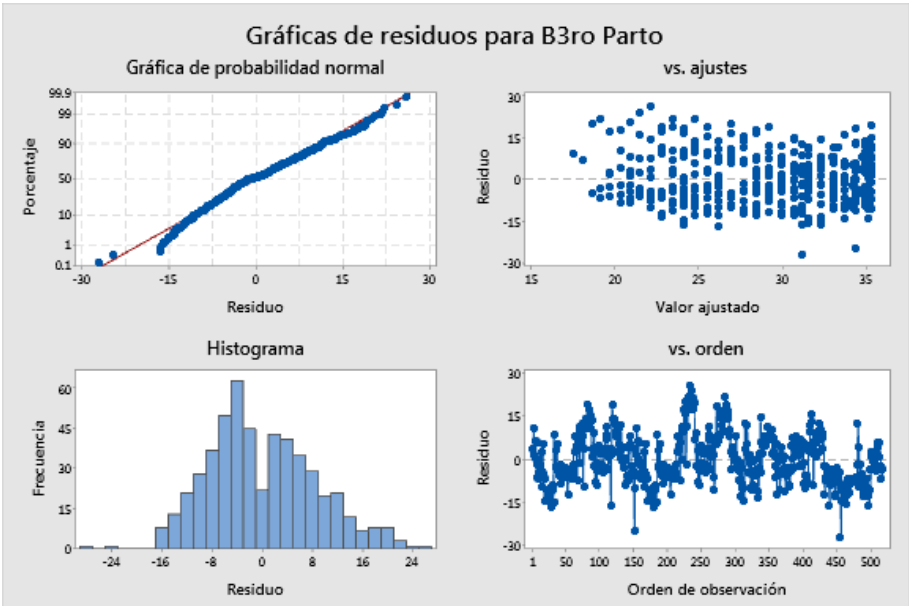
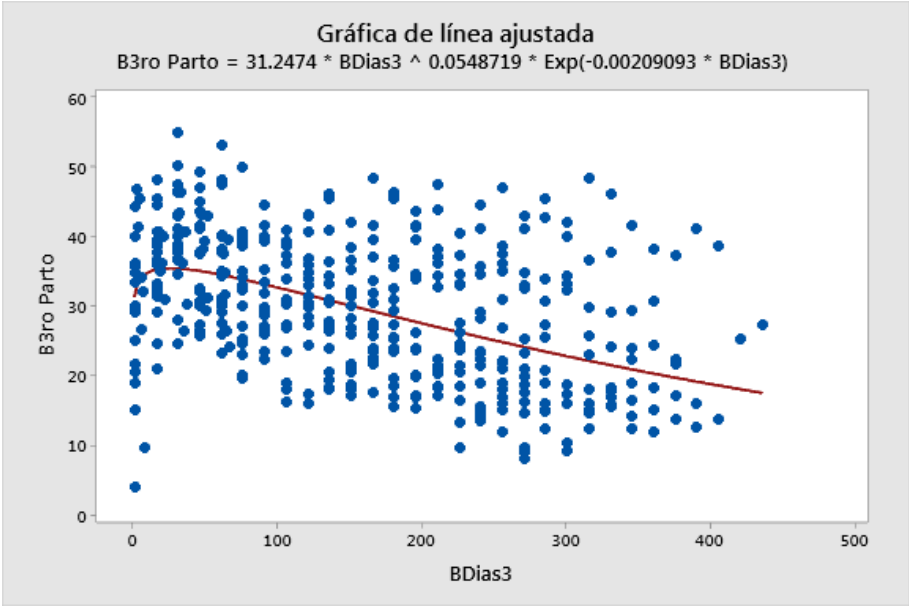
Fuente	GL	SC	MC	F	P
Error	515	38735.4	75.2143		
Falta de ajuste	58	3753.1	64.7090	0.85	0.783
Error puro	457	34982.3	76.5476		

Resumen

Iteraciones	8
SSE final	38735.4
DFE	515
MSE	75.2143
S	8.67262

Predicción

Nuev a Obs	BDias 3	Ajuste	EE de ajuste	IC de 95%	IP de 95%
1	25	35.385	0.65087	(34.106, 36.6637)	(18.299, 52.4710)



Regresión no lineal: MAS DE TRES LACTACIONES, PERÌODO SETIEMBRE - DICIEMBRE

* ADVERTENCIA * Se detectó matriz de gradiente singular o casi singular en la iteración: 0.

Método

Algoritmo	Gauss-Newton
Iteraciones máx.	200
Tolerancia	0.00001

Ecuación

$$C3ro\ Parto = 38.2646 * CDias^3 + 0.0636136 * Exp(-0.00191726 * CDias^3)$$

Cálculos del parámetro

Parámetro	Estimar	EE de estimación	IC de 95%
b0	38.2646	3.52359	(31.2965, 45.4007)
b1	0.0636	0.02683	(0.0126, 0.1214)
b2	0.0019	0.00031	(0.0013, 0.0026)

$$C3ro\ Parto = b0 * CDias^3 + b1 * Exp(-b2 * CDias^3)$$

Falta de ajuste

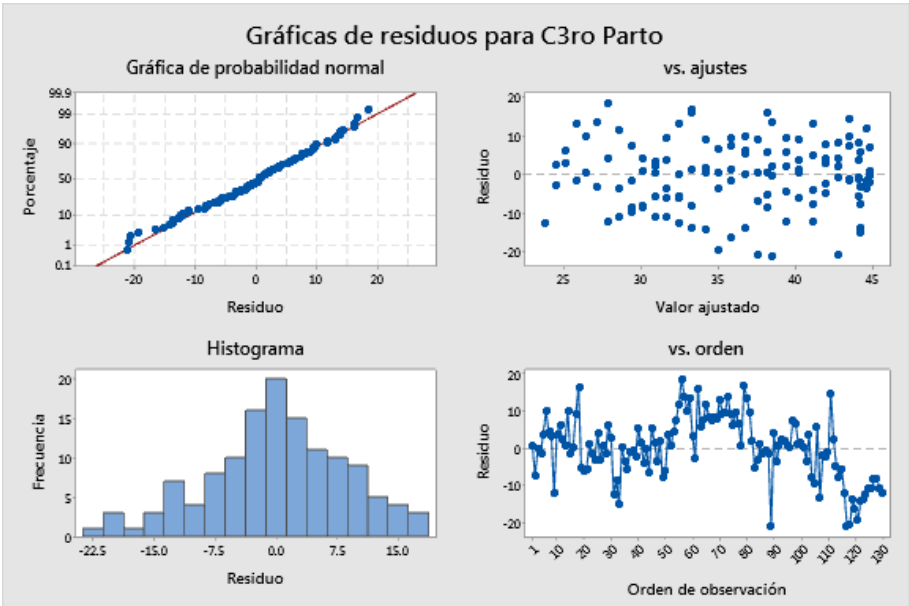
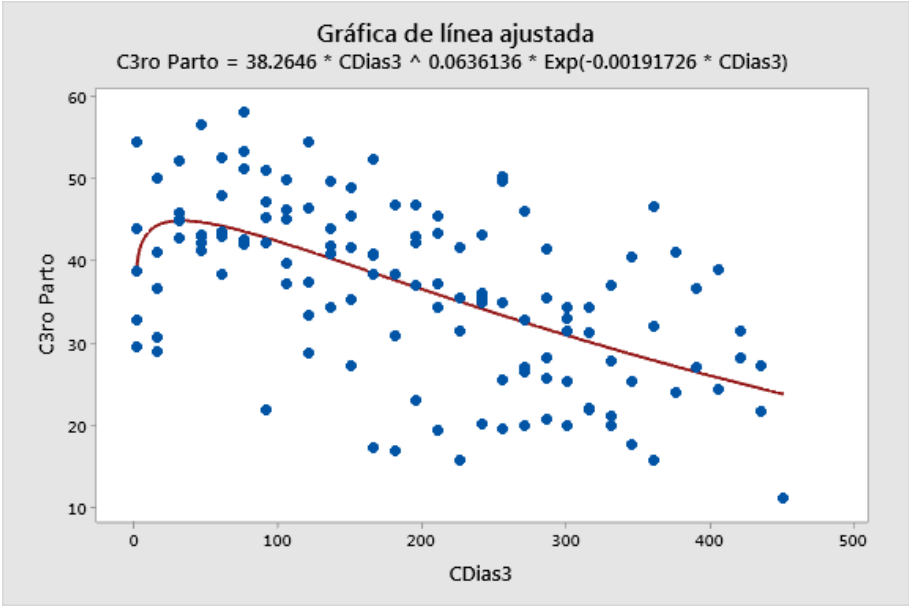
Fuente	GL	SC	MC	F	P
Error	127	9470.31	74.5694		
Falta de ajuste	28	1159.98	41.4278	0.49	0.983
Error puro	99	8310.34	83.9428		

Resumen

Iteraciones	7
SSE final	9470.31
DFE	127
MSE	74.5694
S	8.63536

Predicción

Nuev a Obs	CDias 3	Ajuste	EE de ajuste	IC de 95%	IP de 95%
1	25	44.761	1.4498	(41.8929, 47.6310)	(27.4349, 62.0889)



AÑO 2018

Regresión no lineal: PRIMERA LACTACIÓN, PERÌODO ENERO - ABRIL

* ADVERTENCIA * Se detectó matriz de gradiente singular o casi singular en la iteración: 0.

Método

Algoritmo	Gauss-Newton
Iteraciones máx.	200
Tolerancia	0.00001

Valores iniciales de los parámetros

Ecuación

A1er Parto = $17.3367 * ADias1 ^ 0.106395 * \exp(8.11821e-06 * ADias1)$

Cálculos del parámetro

Parámetro	Estimar	EE de estimación	IC de 95%
b0	17.3367	2.78330	(11.9040, 23.1085)
b1	0.1064	0.04379	(0.0269, 0.2062)
B2	-0.0000	0.00041	(-0.0008, 0.0008)

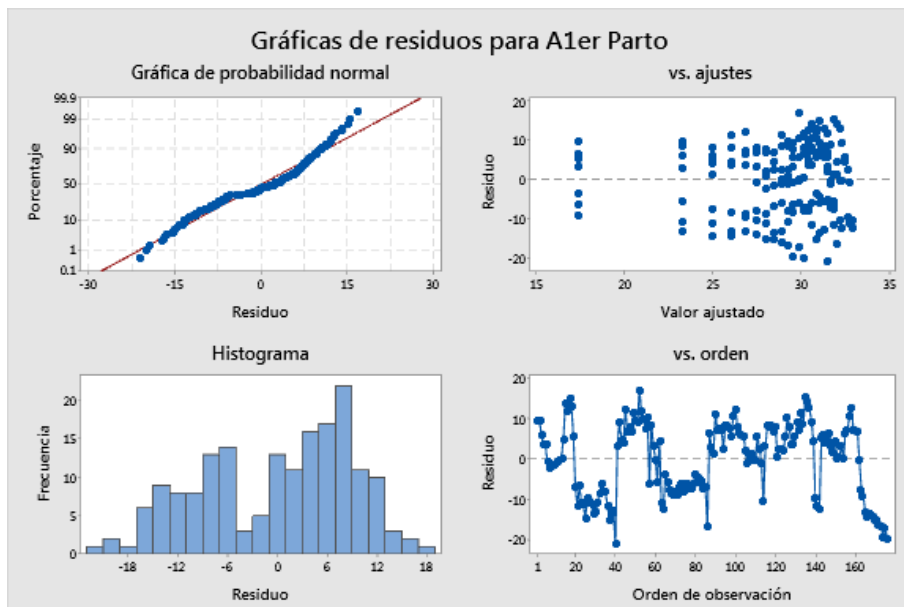
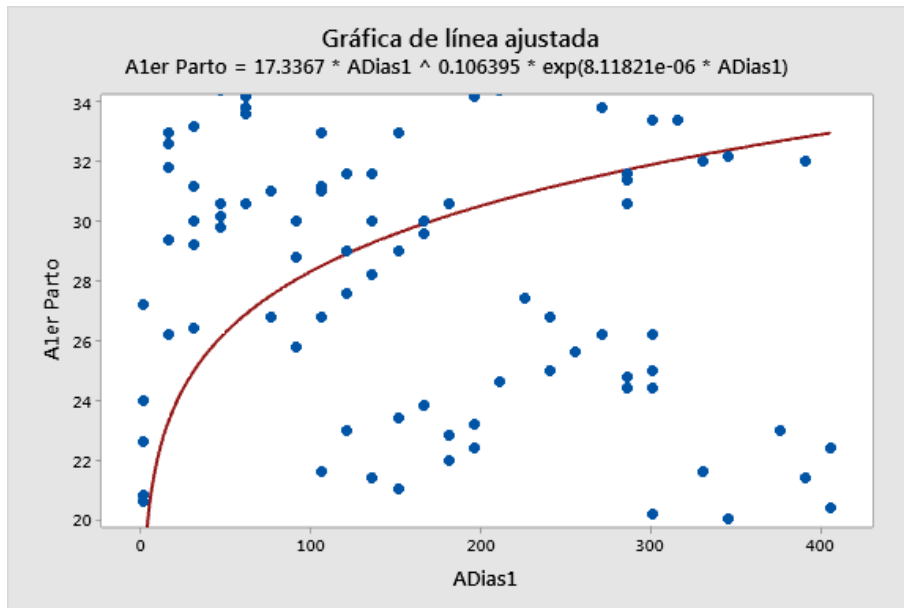
$A1er Parto = b0 * ADias1 ^ b1 * \exp(-B2 * ADias1)$

Falta de ajuste

Fuente	GL	SC	MC	F	P
Error	173	14361.5	83.0142		
Falta de ajuste	25	1095.8	43.8309	0.49	0.981
Error puro	148	13265.7	89.6330		

Resumen

Iteraciones	8
SSE final	14361.5
DFE	173
MSE	83.0142
S	9.11121



Para determinar los días de producción máxima según la fórmula establecida y según los resultados del modelo de Wood, salía valores muy altos de tal manera que se estableció el modelo de Wiñmink,.

Modelo Wilmink: $y(\text{día}) = (\beta_0) + (\beta_1) * \text{día} + (-\beta_2) * (e^{-0.05 * \text{día}})$

Regresión no lineal: $A1er\ Parto = b_0 + b_1 * ADias1 + b_2 * \exp(-0.05 * ADias1)$

Método

Algoritmo	Gauss-Newton
Iteraciones máx.	200
Tolerancia	0.00001

Valores iniciales de los parámetros

Parámetro	Valor
b0	0
b1	0
b2	0

Ecuación

A1er Parto = 26.3062 + 0.0191853 * ADias1 - 8.08813 * exp(-0.05 * ADias1)

Cálculos del parámetro

Parámetro	Estimar	EE de estimación	IC de 95%
b0	26.3062	1.63198	(23.0850, 29.5273)
b1	0.0192	0.00776	(0.0039, 0.0345)
b2	-8.0881	3.82364	(-15.6351, -0.5411)

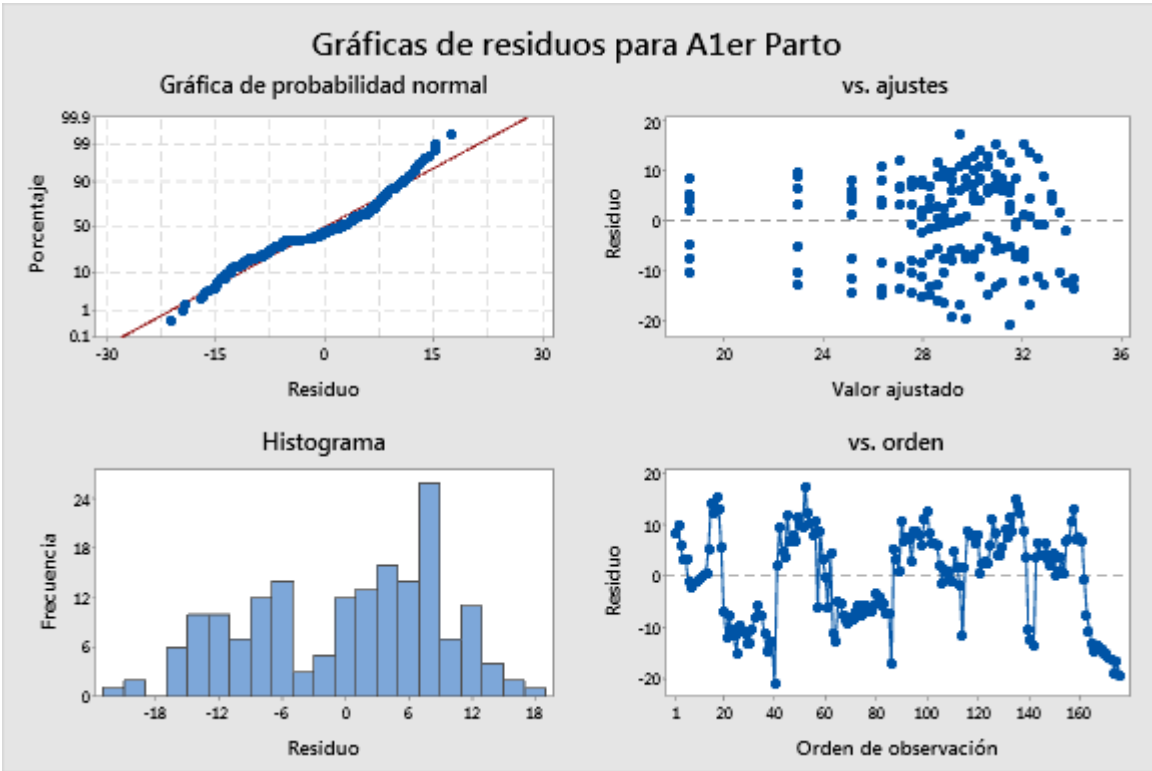
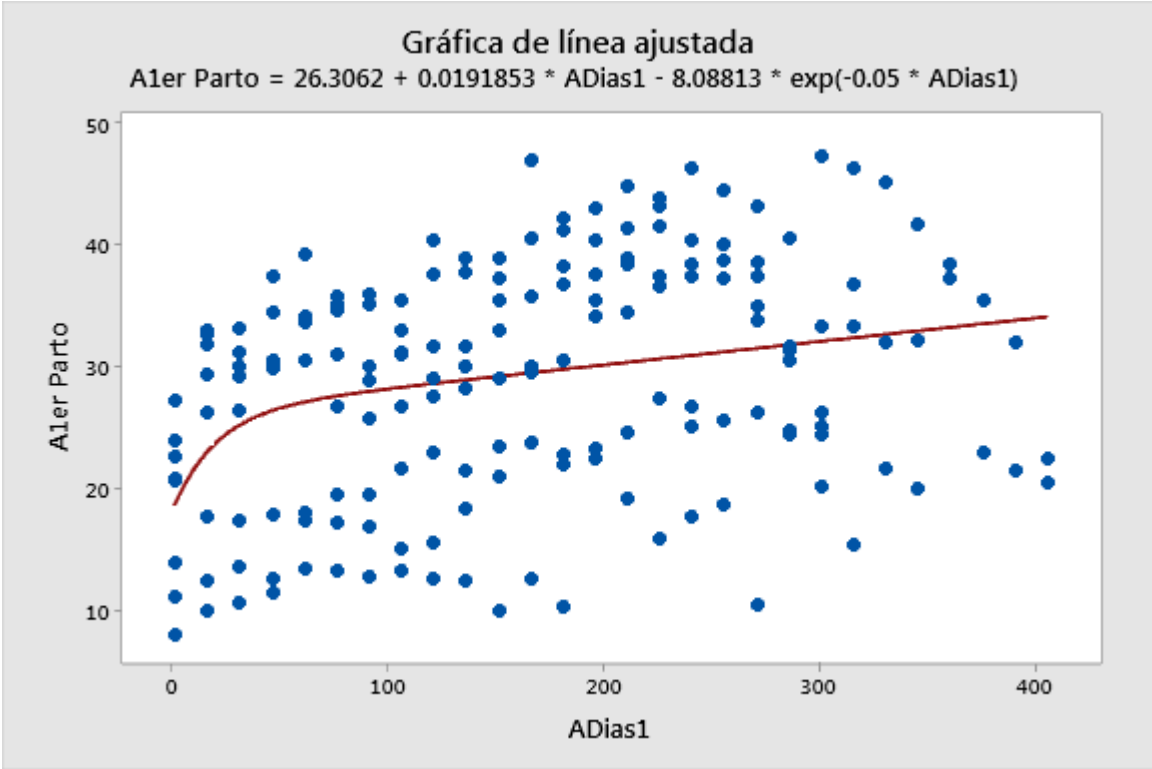
$A1er\ Parto = b0 + b1 * ADias1 + b2 * exp(-0.05 * ADias1)$

Falta de ajuste

Fuente	GL	SC	MC	F	P
Error	173	14491.3	83.7646		
Falta de ajuste	25	1225.6	49.0236	0.55	0.960
Error puro	148	13265.7	89.6330		

Resumen

Iteraciones	2
SSE final	14491.3
DFE	173
MSE	83.7646
S	9.15230



Regresión no lineal: PRIMERA LACTACIÓN, PERÌODO MAYO – AGOSTO

* ADVERTENCIA * Se detectó matriz de gradiente singular o casi singular en la iteración: 0.

Método

Algoritmo	Gauss-Newton
Iteraciones máx.	200
Tolerancia	0.00001

Ecuación

$$B1er Parto = 24.6674 * Bdias1 ^ 0.127481 * exp(-0.00147455 * Bdias1)$$

Cálculos del parámetro

Parámetro	Estimar	EE de estimación	IC de 95%
b0	24.6674	1.69869	(21.1665, 28.2837)
b1	0.1275	0.01881	(0.0898, 0.1690)
B2	0.0015	0.00017	(0.0011, 0.0018)

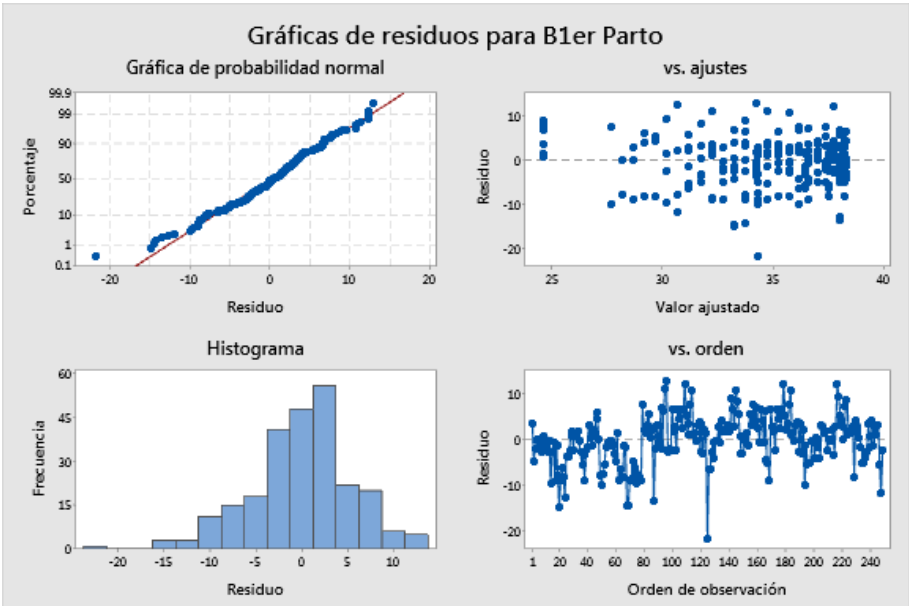
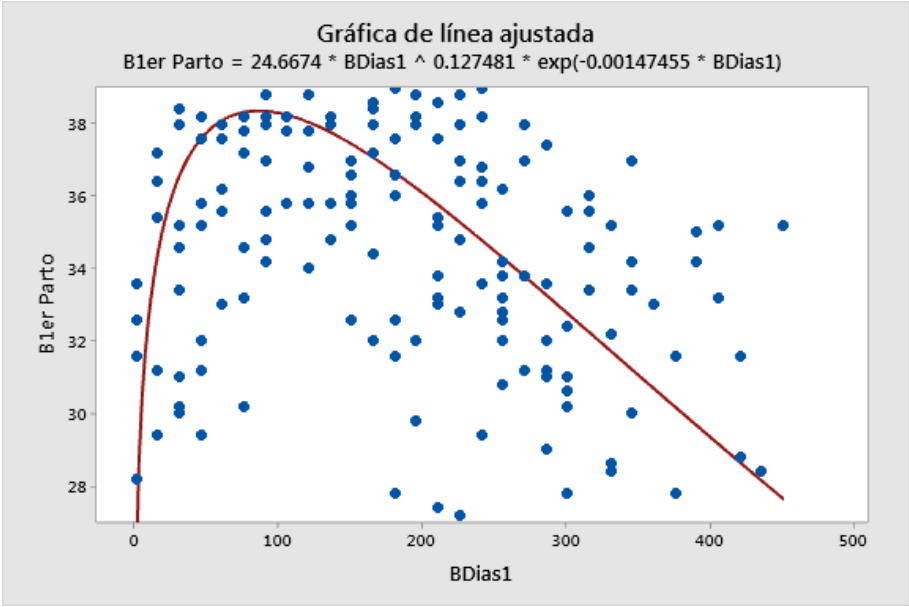
$$B1er Parto = b0 * Bdias1 ^ b1 * exp(-B2 * Bdias1)$$

Falta de ajuste

Fuente	GL	SC	MC	F	P
Error	246	7387.75	30.0315		
Falta de ajuste	28	828.45	29.5876	0.98	0.494
Error puro	218	6559.29	30.0885		

Resumen

Iteraciones	9
SSE final	7387.75
DFE	246
MSE	30.0315
S	5.48010



Regresión no lineal: PRIMERA LACTACIÓN, PERÌODO SETIEMBRE – DICIEMBRE

* ADVERTENCIA * Se detectó matriz de gradiente singular o casi singular en la iteración: 0.

Método

Algoritmo	Gauss-Newton
Iteraciones máx.	200
Tolerancia	0.00001

Ecuación

$$C1er Parto = 20.678 * Cdias1 ^ 0.121601 * exp(-0.000801337 * Cdias1)$$

Cálculos del parámetro

Parámetro	Estimar	EE de estimación	IC de 95%
b0	20.6780	1.15428	(18.3971, 23.0027)
b1	0.1216	0.01596	(0.0909, 0.1548)
B2	0.0008	0.00018	(0.0005, 0.0012)

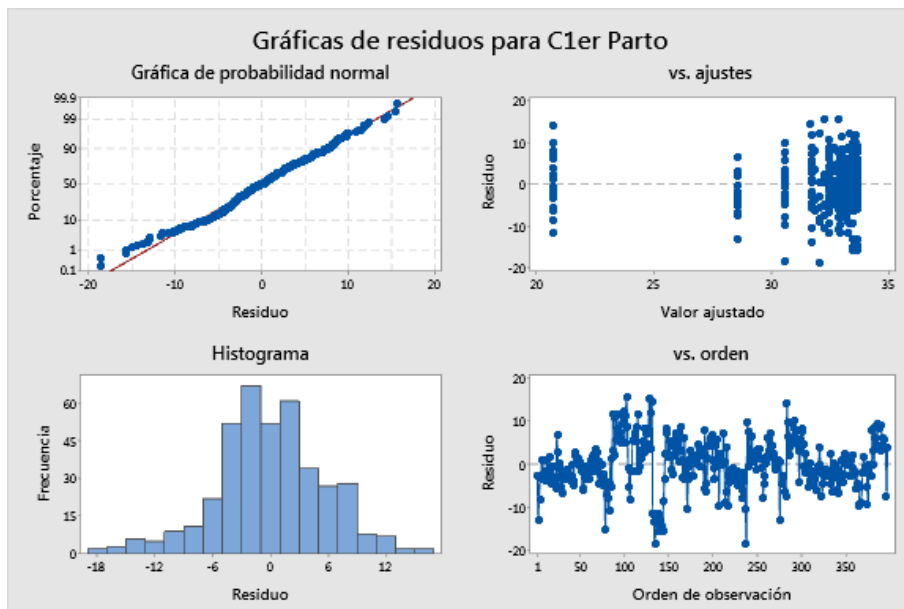
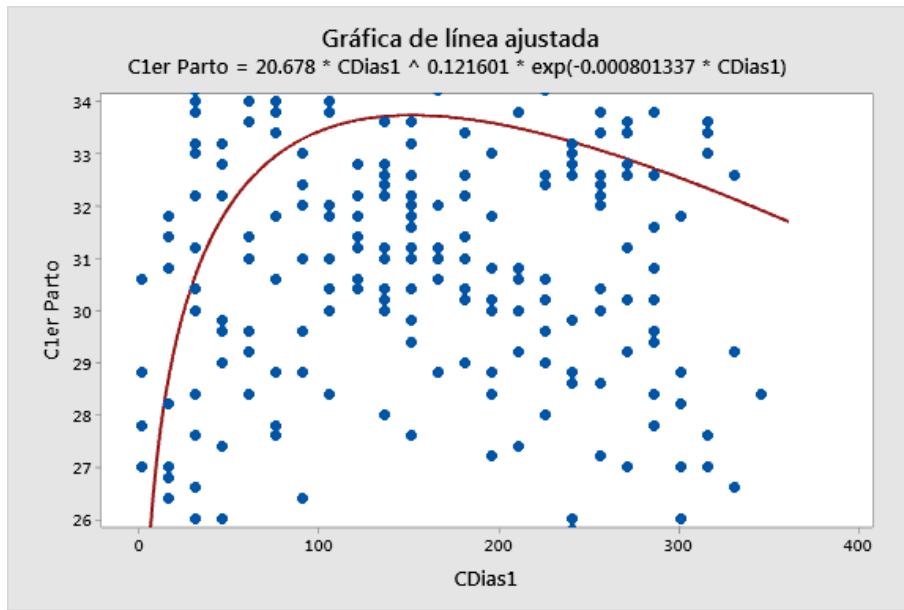
$$C1er Parto = b0 * Cdias1 ^ b1 * exp(-B2 * Cdias1)$$

Falta de ajuste

Fuente	GL	SC	MC	F	P
Error	395	12859.8	32.5564		
Falta de ajuste	22	655.5	29.7962	0.91	0.581
Error puro	373	12204.3	32.7192		

Resumen

Iteraciones	7
SSE final	12859.8
DFE	395
MSE	32.5564
S	5.70582



Regresión no lineal: SEGUNDA LACTACION, PERÌODO ENERO – ABRIL

* ADVERTENCIA * Se detectó matriz de gradiente singular o casi singular en la iteración: 0.

Método

Algoritmo	Gauss-Newton
Iteraciones máx.	200
Tolerancia	0.00001

Ecuación

$A2do\ Parto = 29.9805 * Adias2 ^ 0.0850783 * exp(-0.00374999 * Adias2)$

Cálculos del parámetro

Parámetro	Estimar	EE de estimación	IC de 95%
b0	29.9805	3.05492	(23.2085, 36.8403)
b1	0.0851	0.03783	(0.0062, 0.1756)
B2	0.0037	0.00094	(0.0017, 0.0058)

$A2do\ Parto = b0 * Adias2 ^ b1 * exp(-B2 * Adias2)$

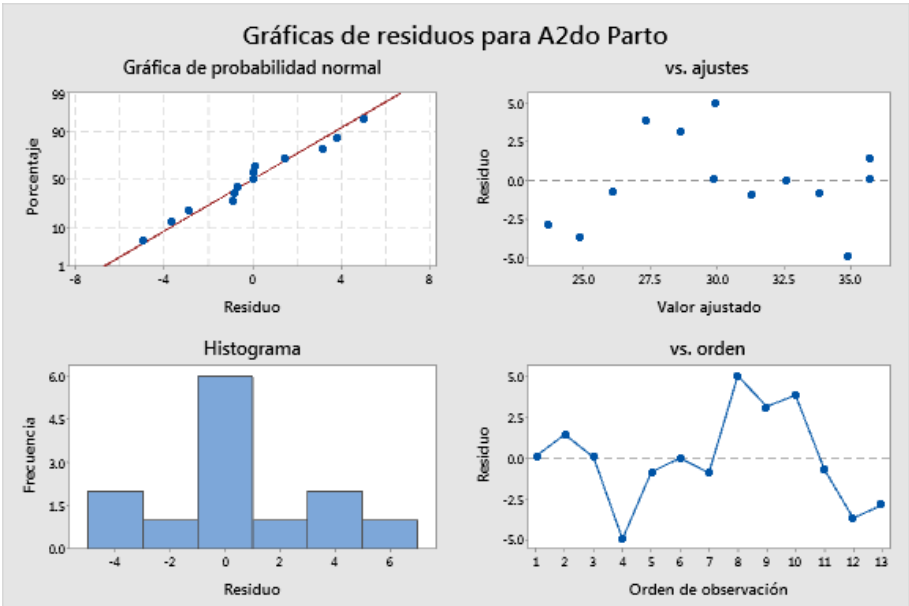
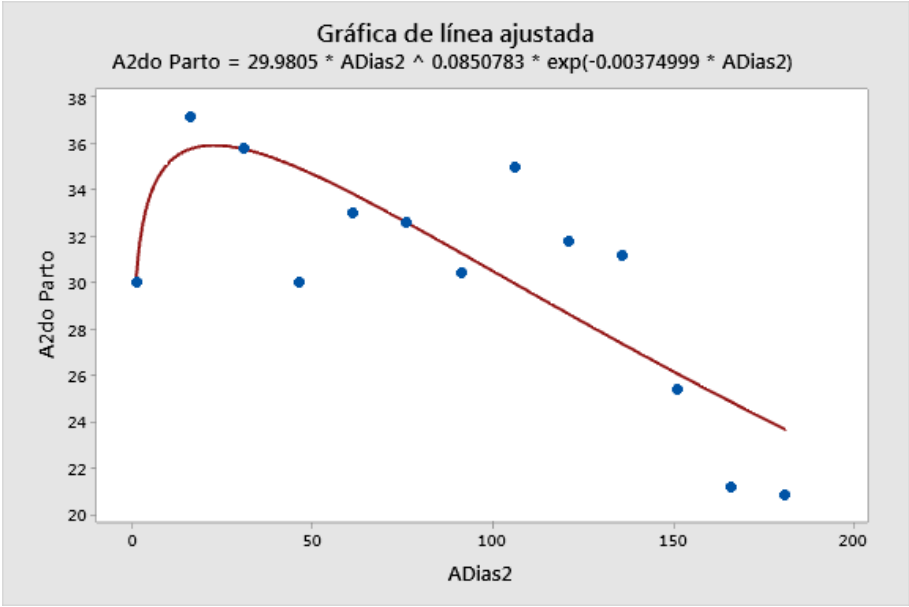
Falta de ajuste

No hay réplicas.

Minitab no puede realizar la prueba de falta de ajuste basándose en el error puro.

Resumen

Iteraciones	7
SSE final	100.362
DFE	10
MSE	10.0362
S	3.16800



Regresión no lineal: SEGUNDA LACTACION, PERÌODO AMYO - AGOSTO

* ADVERTENCIA * Se detectó matriz de gradiente singular o casi singular en la iteración: 0.

Método

Algoritmo	Gauss-Newton
Iteraciones máx.	200
Tolerancia	0.00001

Valores iniciales de los parámetros

Parámetro	Valor
b0	0
b1	0
B2	0

Ecuación

$B2do\ Parto = 36.4717 * BDias2 ^ 0.0943087 * exp(-0.00231999 * BDias2)$

Cálculos del parámetro

Parámetro	Estimar	EE de estimación	IC de 95%
b0	36.4717	3.06644	(30.4386, 42.6704)
b1	0.0943	0.02447	(0.0478, 0.1464)
B2	0.0023	0.00029	(0.0018, 0.0029)

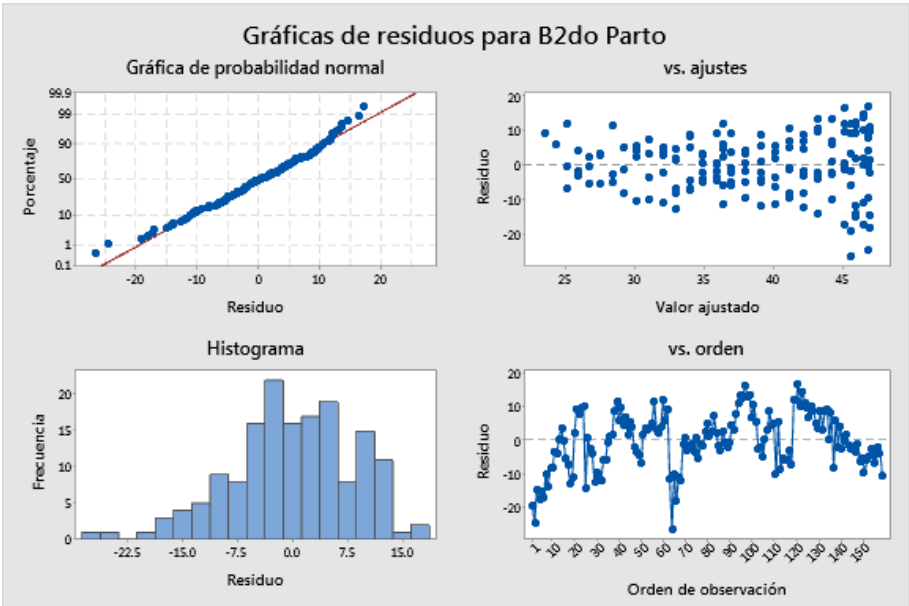
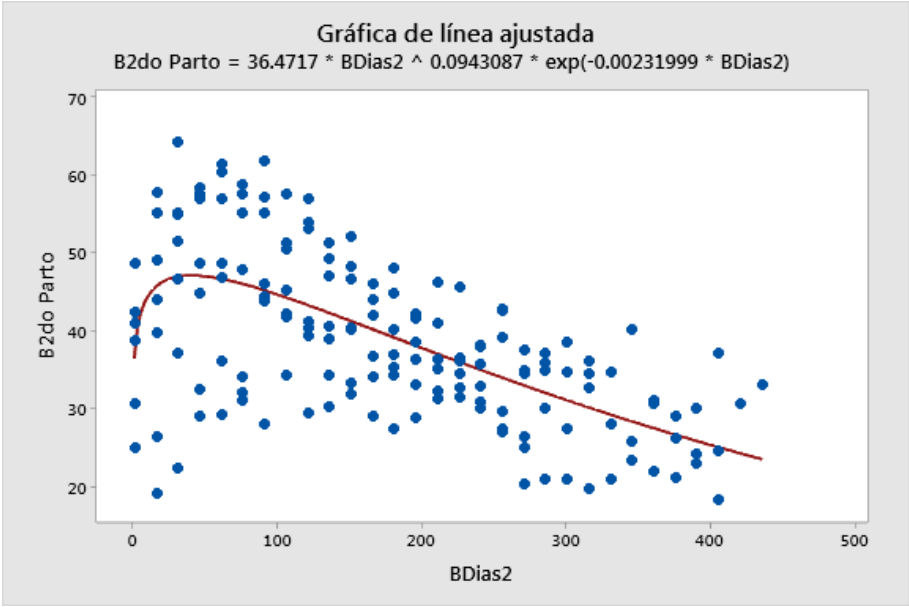
$B2do\ Parto = b0 * BDias2 ^ b1 * exp(-B2 * BDias2)$

Falta de ajuste

Fuente	GL	SC	MC	F	P
Error	156	11058.3	70.8864		
Falta de ajuste	27	527.8	19.5472	0.24	1.000
Error puro	129	10530.5	81.6318		

Resumen

Iteraciones	7
SSE final	11058.3
DFE	156
MSE	70.8864
S	8.41940



Regresión no lineal: SEGUNDA LACTACION, PERÌODO SETIEMBRE – DICIEMBRE

* ADVERTENCIA * Se detectó matriz de gradiente singular o casi singular en la iteración: 0.

Método

Algoritmo	Gauss-Newton
Iteraciones máx.	200
Tolerancia	0.00001

Ecuación

$$C2do\ Parto = 33.273 * Cdias2 ^ 0.116784 * exp(-0.00281685 * Cdias2)$$

Cálculos del parámetro

Parámetro	Estimar	EE de estimación	IC de 95%
b0	33.2730	2.15875	(29.1362, 37.4961)
b1	0.1168	0.01949	(0.0804, 0.1562)
B2	0.0028	0.00025	(0.0023, 0.0033)

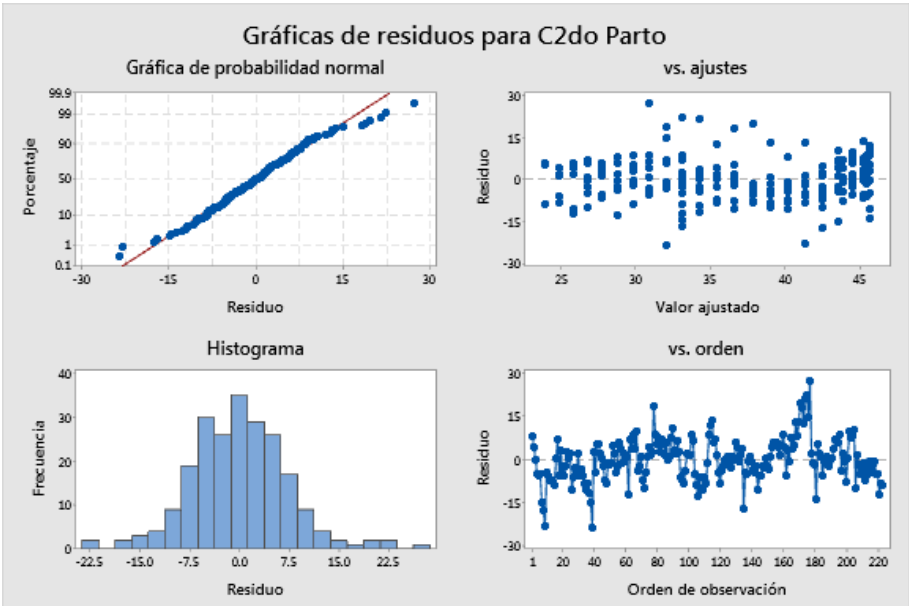
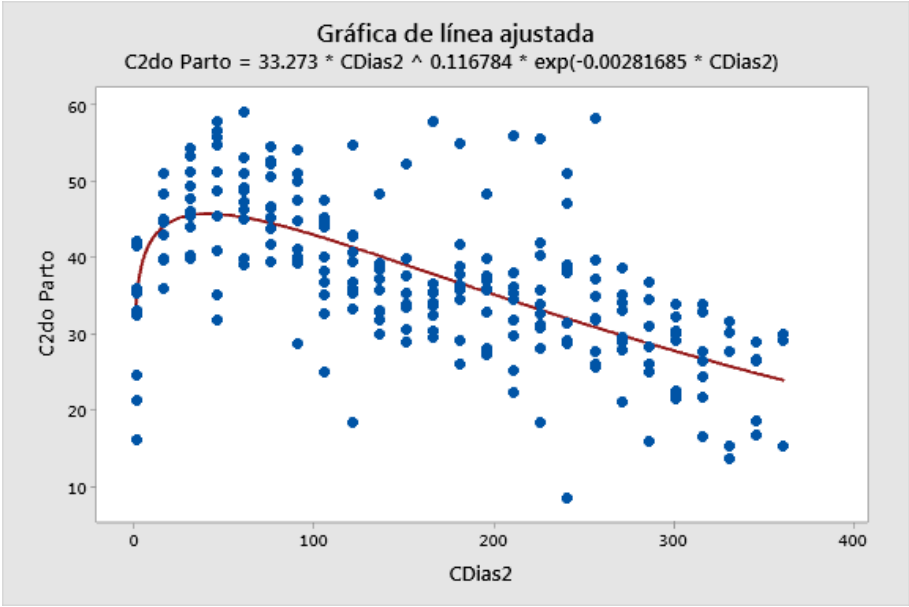
$$C2do\ Parto = b0 * Cdias2 ^ b1 * exp(-B2 * Cdias2)$$

Falta de ajuste

Fuente	GL	SC	MC	F	P
Error	220	12434.1	56.5185		
Falta de ajuste	22	1070.0	48.6367	0.85	0.664
Error puro	198	11364.1	57.3943		

Resumen

Iteraciones	7
SSE final	12434.1
DFE	220
MSE	56.5185
S	7.51788



Regresión no lineal: MAS DE TRES LACTACIONES PARIDAS EN ENERO

* ADVERTENCIA * Se detectó matriz de gradiente singular o casi singular en la iteración: 0.

Método

Algoritmo	Gauss-Newton
Iteraciones máx.	200
Tolerancia	0.00001

Valores iniciales de los parámetros

Parámetro	Valor
b0	0
b1	0
B2	0

Ecuación

A3ro Parto = 21.8817 * ADias3 ^ 0.219795 * exp(-0.00337188 * ADias3)

Cálculos del parámetro

Parámetro	Estimar	EE de estimación	IC de 95%
b0	21.8817	2.70239	(16.4120, 27.7621)
b1	0.2198	0.03437	(0.1533, 0.2984)
B2	0.0034	0.00033	(0.0027, 0.0041)

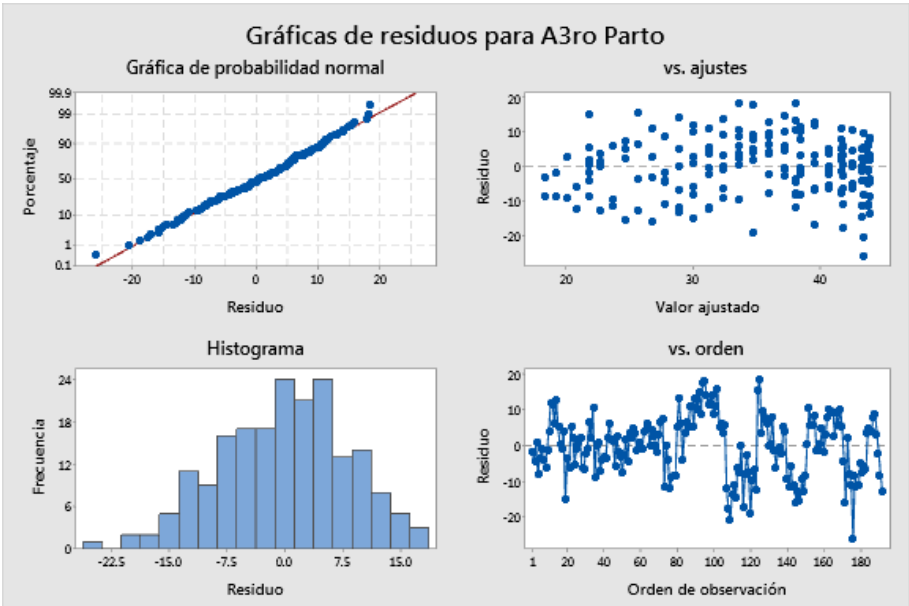
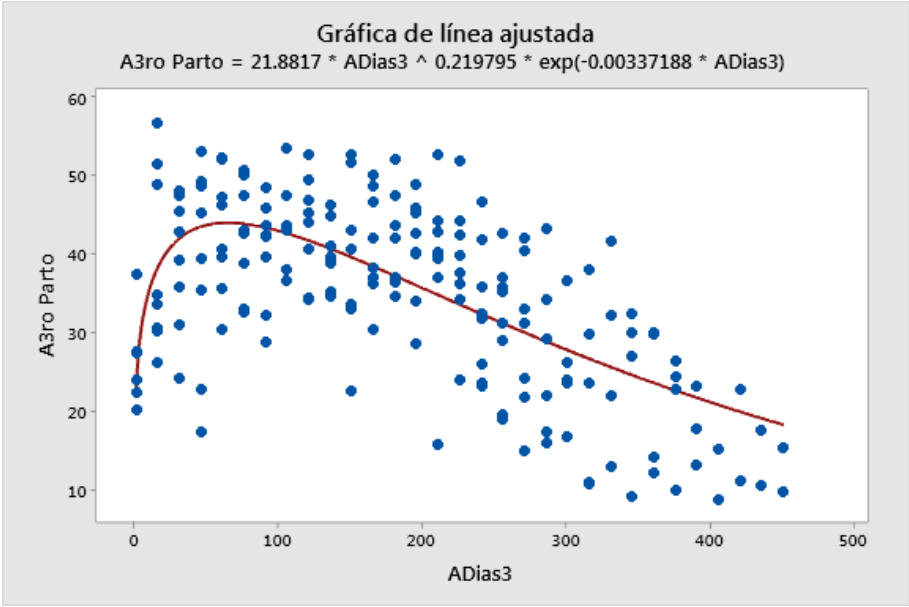
$A3ro\ Parto = b0 * ADias3 ^ b1 * exp(-B2 * ADias3)$

Falta de ajuste

Fuente	GL	SC	MC	F	P
Error	189	13526.4	71.5682		
Falta de ajuste	28	1707.7	60.9892	0.83	0.711
Error puro	161	11818.7	73.4080		

Resumen

Iteraciones	9
SSE final	13526.4
DFE	189
MSE	71.5682
S	8.45980



Regresión no lineal: MAS DE TRES LACTACIONES, PERÌODO MAYO - AGOSTO

* ADVERTENCIA * Se detectó matriz de gradiente singular o casi singular en la iteración: 0.

Método

Algoritmo	Gauss-Newton
Iteraciones máx.	200
Tolerancia	0.00001

Ecuación

$$B3ro\ Parto = 34.4053 * BDias3 ^ 0.112264 * exp(-0.00294659 * BDias3)$$

Cálculos del parámetro

Parámetro	Estimar	EE de estimación	IC de 95%
b0	34.4053	1.77224	(30.9228, 37.9437)
b1	0.1123	0.01507	(0.0833, 0.1433)
B2	0.0029	0.00018	(0.0026, 0.0033)

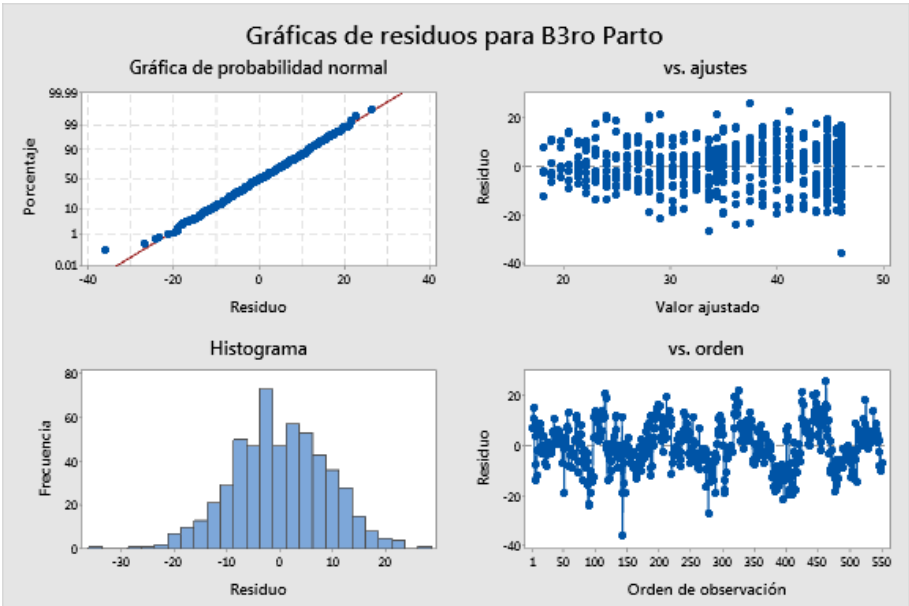
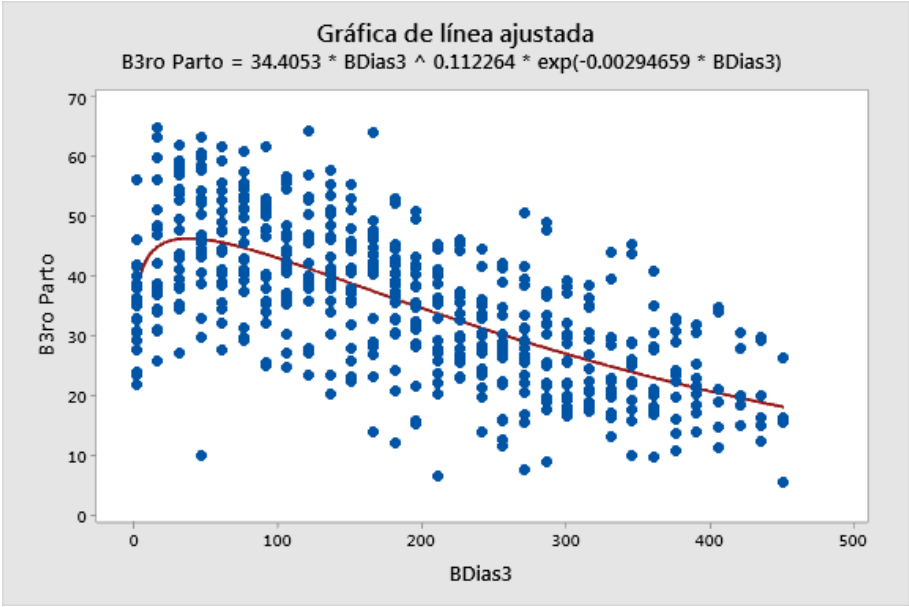
$$B3ro\ Parto = b0 * BDias3 ^ b1 * exp(-B2 * BDias3)$$

Falta de ajuste

Fuente	GL	SC	MC	F	P
Error	549	45090.3	82.1317		
Falta de ajuste	28	791.8	28.2801	0.33	1.000
Error puro	521	44298.5	85.0258		

Resumen

Iteraciones	7
SSE final	45090.3
DFE	549
MSE	82.1317
S	9.06265



Regresión no lineal: MAS DE TRES LACTACIONES, PERÌODO SETIEMBRE – DICIEMBRE

* ADVERTENCIA * Se detectó matriz de gradiente singular o casi singular en la iteración: 0.

Método

Algoritmo	Gauss-Newton
Iteraciones máx.	200
Tolerancia	0.00001

Ecuación

$$C3ro\ Parto = 36.4872 * Cdias3 ^ 0.0899652 * exp(-0.00246137 * Cdias3)$$

Cálculos del parámetro

Parámetro	Estimar	EE de estimación	IC de 95%
b0	36.4872	3.08169	(30.2685, 42.8384)
b1	0.0900	0.02537	(0.0412, 0.1450)
B2	0.0025	0.00033	(0.0018, 0.0031)

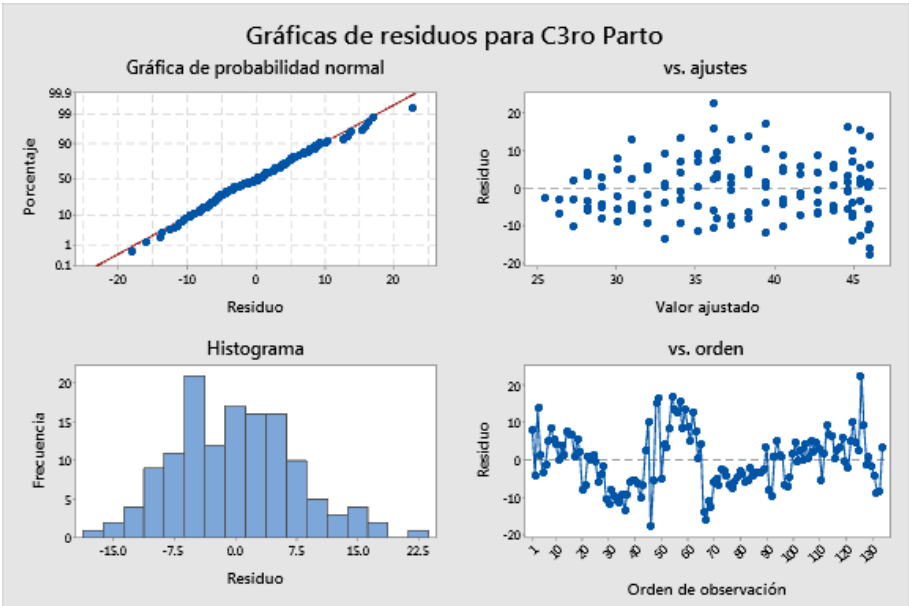
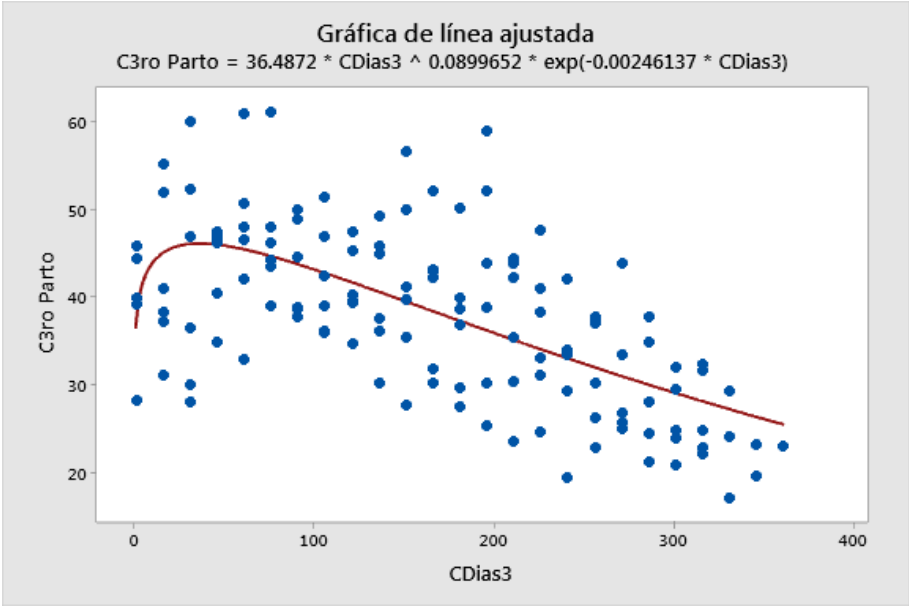
$$C3ro\ Parto = b0 * Cdias3 ^ b1 * exp(-B2 * Cdias3)$$

Falta de ajuste

Fuente	GL	SC	MC	F	P
Error	131	7591.01	57.9466		
Falta de ajuste	22	679.67	30.8942	0.49	0.973
Error puro	109	6911.33	63.4067		

Resumen

Iteraciones	7
SSE final	7591.01
DFE	131
MSE	57.9466
S	7.61227



GALERIA DE FOTOS



COSECHA Y PICADO DE CHALA EN CAMPO





ALIMENTACIÓN DEL GANADO





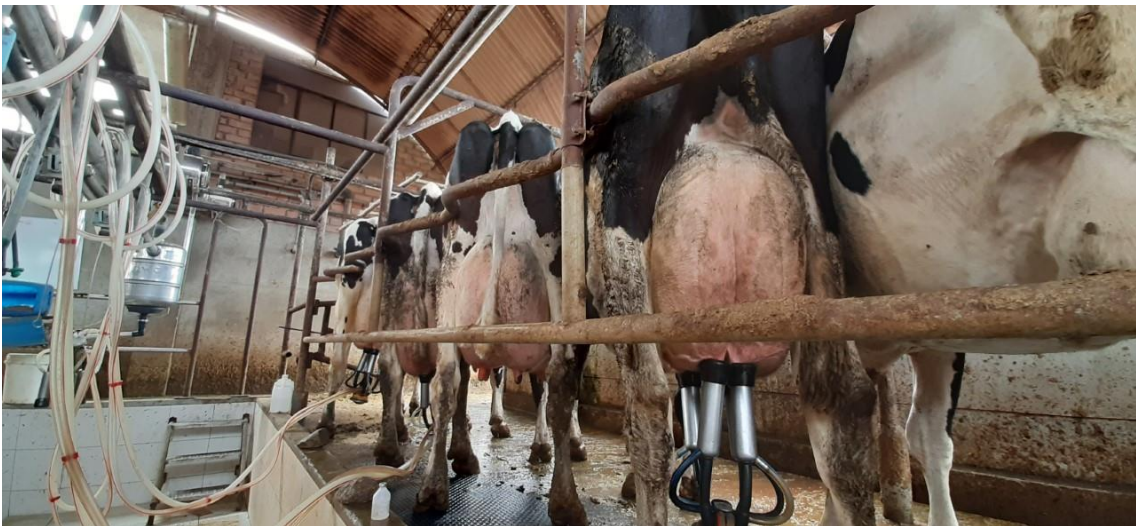
ALMACÉN DE INSUMOS



SOMBRAS



ORDEÑO





DESPACHO DE LECHE