



FACULTAD DE CIENCIAS DE INGENIERÍA

PROVEIDO 001161-2026-UNH/FCI

EXPEDIENTE : **EPZ00020260000333**

ASUNTO: FIJAR FECHA Y HORA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS DIA 01 DE JULIO DEL 2026 HORA 10 AM.

FECHA

23/06/2026

Atender en 0 días

REFERENCIA : SOLICITUD N° 003
OFICIO N° 000427-2026-EPZ

FIJAR FECHA Y HORA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS DIA 01 DE JULIO DEL 2026 HORA 10 AM.
REMITO DOCUMENTO DE ACUERDO AL ART. 17.12 DEL REGLAMENTO DE GRADOS Y TITULOS A FIN DE QUE LOS TESIS TAS PAZ DE ADRIANA ESCOBAR TAIBE y VIOLETA EVA MENDOZA COMUN. CONTINUEN SU TRAMITE PARA SOLICITAR LUGAR, FECHA Y HORA PARA LA SUSTENTACIÓN

DEPENDENCIA DESTINO	TRAMITE	PRIORIDAD	INDICACIONES
UNIDAD FUNCIONAL DE SECRETARÍA DOCENTE - FCI SÁEZ HUAMÁN WILFREDO	ATENDER	NORMAL	

SANCHEZ ARAUJO VICTOR GUILLERMO
DECANO(A)

**SOLICITO: FIJAR FECHA Y HORA DE
SUSTENTACIÓN DE TESIS DIA 01
DE JULIO DEL 2026 HORA 10 AM.**

**SEÑOR DECANO DE LA FACULTAD DE CIENCIAS DE INGENIERÍA DE LA
UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCVELICA.**

S.D.

Nosotras, ESCOBAR TAIPE, Paz de Adriana identificado con DNI: 72195548, y código de matrícula: 2015111032, domiciliado en Av. 22 de mayo S/N - barrio San Cristóbal y MENDOZA COMUN, Violeta Eva, identificado con DNI: 73942396, y código de matrícula: 2018111012, domiciliado en Av. Universitaria S/N - barrio San Cristóbal, Bachilleres de la Escuela Profesional de Zootecnia, ante usted con el debido respeto nos presentamos y exponemos lo siguiente:

Que, habiendo cumplido con los requisitos según el Art.19 del reglamento de Grados y Títulos-UNH, esto con la finalidad de realizar la sustentación de tesis titulada: “DEGRADABILIDAD RUMINAL *In situ* DEL ENSILADO DE CEBADA CON NIVELES DE FOLLAJE DE PAPA Y AFRECHO DE TRIGO EN ALPACAS”, para optar el título profesional de Ingeniero Zootecnista, para este acto de sustentación se ha coordinado y pedido sugerencias a los jurados evaluadores de tesis, en la que se ha determinado que la sustentación se realizar en los ambientes del auditorio de la Facultad de Ciencias de Ingeniería, en la forma siguiente:

Día: 01 DE JULIO DEL 2026

Hora: 10 AM

Lugar auditorio FCI-UNH-ZOOTENCIA

Para lo cual se adjunta:

- a) Boucher de pago derecho de sustentación
- b) Certificado de originalidad – expedido por repositorio – UNH
- c) Tesis digital

- d) Grado académico de bachiller -simple
- e) Copia del DNI simple

POR LO EXPUESTO:

A usted sr. Decano de la FCI-UNH, acceder a mi petición por ser de justicia que espero alcanzar.

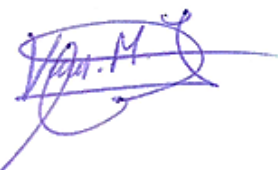
Huancavelica, 19 de julio del 2026



ESCOBAR TAIPE, Paz de Adriana

DNI N° 72195548

N° DE CELULAR: 914385291



MENDOZA COMUN, Violeta Eva

DNI N° 73942396

N° DE CELULAR: 916274429



UNH

UNIVERSIDAD NACIONAL DE
HUANCAVELICA

UNIDAD FONDO EDITORIAL



CERTIFICADO DE SIMILITUD

Por medio del presente y de acuerdo al siguiente detalle:

- Trabajo de investigación, titulado:
"DEGRADABILIDAD RUMINAL In situ DEL ENSILADO DE CEBADA CON NIVELES DE FOLLAJE DE PAPA Y AFRECHO DE TRIGO EN ALPACAS"
- Presentado por:
**ESCOBAR TAIPE, PAZ DE ADRIANA
MENDOZA COMUN, VIOLETA EVA**
- Docente asesor (a):
CASTREJON VALDEZ, MANUEL
- Para obtener:
EL TÍTULO PROFESIONAL: **INGENIERO(A) ZOOTECNISTA**

La Unidad Fondo Editorial **certifica que es un trabajo de investigación original**, se encuentra dentro del porcentaje permitido de coincidencia por la Universidad Nacional de Huancavelica.

Por tanto, en cumplimiento del Art.4° del Reglamento del Software Anti plagio de la Universidad Nacional de Huancavelica, se dictamina que el trabajo de investigación fue analizado por el software anti plagio **TURNITIN** (realizado por el docente Asesor), se expide el presente.

ORIGINALIDAD	SIMILITUD
78%	22%

El Certificado se expide el 19 de junio de 2026.



Firmado digitalmente por
CASTAÑEDA DUEÑAS Julio Cesar
FAU 20168014962 soft
Motivo: Soy el autor del documento
Fecha: 19.06.2026 11:52:32 -05:00



Verificar la autenticidad del presente
documento en el siguiente QR.



EN NOMBRE DE LA NACIÓN

UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCAMELICA

El Rector de la Universidad Nacional de Huancavelica

Por cuanto:

El Consejo Universitario de esta universidad en sesión del **07 de agosto de 2023**, ha acordado conferir el

Grado académico de:

BACHILLER EN ZOOTECNIA

a Don (ña):

PAZ DE ADRIANA ESCOBAR TAIPE

Carrera Profesional de: **ZOOTECNIA**

Aprobado por la Facultad de: **CIENCIAS DE INGENIERÍA**

Por tanto:

Se expide el presente **DIPLOMA**, para que se le reconozca como tal y se le otorgue los beneficios y goces que las leyes de la República lo acuerdan.

Huancavelica, **24 de agosto de 2023**



Firmado digitalmente por PALOMINO TORRES Edgardo Felix FAU 20168014962 soft
Motivo: Soy el autor del documento
Fecha: 28.08.2023 17:19:51 -05:00

EDGARDO FELIX PALOMINO TORRES
RECTOR



Firmado digitalmente por QUISPE VIDALON Daniel FAU 20168014962 soft
Motivo: Soy el autor del documento
Fecha: 28.08.2023 16:29:51 -05:00

DANIEL QUISPE VIDALON
SECRETARIO GENERAL



Firmado digitalmente por PALOMINO PASTRANA Pedro Antonio FAU 20168014962 soft
Motivo: Soy el autor del documento
Fecha: 27.08.2023 21:54:42 -05:00

PEDRO ANTONIO PALOMINO PASTRANA
DECANO

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCAMELICA
SECRETARÍA GENERAL - GRADOS Y TÍTULOS**

Código de la universidad:	051
Tipo de documento:	1
Número de documento:	72195548
Abreviatura Grado/Título:	B
Modalidad de obtención del grado o título:	Bachiller Automático
Modalidad de estudios:	P
Número de resolución de otorgamiento:	0839-2023-CU-UNH
Fecha de resolución de otorgamiento:	17/08/2023
Número de diploma:	0013403
Tipo de emisión del diploma:	O
Libro:	057
Folio:	065-A
Registro:	11364



Firmado digitalmente por QUISPE VIDALON Daniel FAU 20168014962 soft
Motivo: Soy el autor del documento
Fecha: 28.08.2023 16:50:03 -05:00

DANIEL QUISPE VIDALON
SECRETARIO GENERAL



Firmado digitalmente por MATAMOROS HUAMAN Nancy Rocio FAU 20168014962 soft
Motivo: Soy el autor del documento
Fecha: 28.08.2023 11:30:38 -05:00

NANCY ROCIO MATAMOROS HUAMAN
JEFA DE LA UNIDAD DE GRADOS Y TÍTULOS



Este es un documento auténtico imprimible de un elemento electrónico archivado por la Universidad Nacional de Huancavelica, aplicando lo dispuesto por el artículo 25 de D.S.070 - 2013 - PCM y la tercera disposición complementaria del D.S 025 - 2015 - PCM. Su autenticidad e integridad pueden ser contrastadas a través de la siguiente dirección web <https://appunh.com/diploma/fb43467e-c6a3-49bd-9c65-1e10d1744078/verificar>.



EN NOMBRE DE LA NACIÓN
UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCAMELICA

El Rector de la Universidad Nacional de Huancavelica

Por cuanto:

El Consejo Universitario de esta universidad en sesión del **04 de diciembre de 2023**, ha acordado conferir el
Grado académico de:

BACHILLER EN ZOOTECNIA

a Don (ña):

VIOLETA EVA MENDOZA COMUN

Carrera Profesional de: **ZOOTECNIA**

Aprobado por la Facultad de: **CIENCIAS DE INGENIERÍA**

Por tanto:

Se expide el presente **DIPLOMA**, para que se le reconozca como tal y se le otorgue los beneficios y goces que las leyes de la República lo acuerdan.

Huancavelica, **18 de diciembre de 2023**



Firmado digitalmente por PALOMINO
TORRES Edgardo Felix FAU
20168014962 soft
Motivo: Soy el autor del documento
Fecha: 19.12.2023 14:50:58 -05:00

EDGARDO FELIX PALOMINO TORRES
RECTOR



Firmado digitalmente por QUISPE
VIDALON Daniel FAU 20168014962
soft
Motivo: Soy el autor del documento
Fecha: 19.12.2023 09:34:30 -05:00

DANIEL QUISPE VIDALON
SECRETARIO GENERAL



Firmado digitalmente por PALOMINO
PASTRANA Pedro Antonio FAU
20168014962 soft
Motivo: Soy el autor del documento
Fecha: 18.12.2023 16:30:27 -05:00

PEDRO ANTONIO PALOMINO PASTRANA
DECANO

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCAMELICA
SECRETARÍA GENERAL - GRADOS Y TÍTULOS**

Código de la universidad:	051
Tipo de documento:	1
Número de documento:	73942396
Abreviatura Grado/Título:	B
Modalidad de obtención del grado o título:	Bachiller Automático
Modalidad de estudios:	P
Número de resolución de otorgamiento:	1304-2023-CU-UNH
Fecha de resolución de otorgamiento:	06/12/2023
Número de diploma:	0014304
Tipo de emisión del diploma:	O
Libro:	059
Folio:	039-A
Registro:	11712



Firmado digitalmente por QUISPE VIDALON Daniel FAU 20168014962 soft
Motivo: Soy el autor del documento
Fecha: 19.12.2023 09:34:38 -05:00

DANIEL QUISPE VIDALON
SECRETARIO GENERAL



Firmado digitalmente por MATAMOROS HUAMAN Nancy Rocio FAU 20168014962 soft
Motivo: Soy el autor del documento
Fecha: 19.12.2023 08:38:32 -05:00

NANCY ROCIO MATAMOROS HUAMAN
JEFA DE LA UNIDAD DE GRADOS Y TÍTULOS



Este es un documento auténtico imprimible de un elemento electrónico archivado por la Universidad Nacional de Huancavelica, aplicando lo dispuesto por el artículo 25 de D.S.070 - 2013 - PCM y la tercera disposición complementaria del D.S 025 - 2015 - PCM. Su autenticidad e integridad pueden ser contrastadas a través de la siguiente dirección web <https://appunh.com/diploma/1ed2d4e1-d10d-475d-8d6b-c745d2714b19/verificar>.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCABELICA
UNIDAD DE TESORERIA - CAJA
FORMULARIO DE PAGO
FP 001-57421

CLIENTE : PAZ DE ADRIANA ESCOBAR TAIPE
DNI/COD : 2015111032
ESCUELA : ZCOTECNIA

FECHA : 2026-06-19 11:55:49
CAJERO : JULIO CESAR HUAMANÍ DUENAS

DETALLE DEL PAGO
DERECHO DE SUSTENTACION PARA EGRESADOS
DE LA UNH TITULO PROFESIONAL
Cant:1.00 P.U:S/500.00 ST:S/500.00

COMISION POR OPERACIONES EN CAJA
IGUALES
Y/O MAYORES A S/. 20
Cant:1.00 P.U:S/1.00 ST:S/1.00

TOTAL A PAGAR : S/ 501.00

GRACIAS POR SU PREFERENCIA
19/6/2026

UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCAYELICA
UNIDAD DE TESORERIA - CAJA
FORMULARIO DE PAGO
EP FP01-57422

CLIENTE : VIOLETA EVA MENDOZA COMUN
DNI/COD : 2018111012
ESCUELA : ZGOTECNIA

FECHA : 2026-06-19 11:56:23
CAJERO : JULIO CESAR HUAMANI DUEÑAS

DETALLE DEL PAGO
DERECHO DE SUSTENTACION PARA EGRESADOS
DE LA UNH TÍTULO PROFESIONAL
Cant:1.00 P.U:S/500.00 ST:S/500.00

COMISION POR OPERACIONES EN CAJA
IGUALES
Y/O MAYORES A S/. 20
Cant:1.00 P.U.S/1.00 ST:S/1.00

TOTAL A PAGAR : S/ 501.00

GRACIAS POR SU PREFERENCIA
19/6/2026

Escaneado con CamScanner

Ficha de evaluación del informe final de tesis/trabajo de investigación/trabajo académico



UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCAVELICA

(Creada por ley N° 25265)

FACULTAD DE CIENCIAS DE INGENIERIA

ESCUELA PROFESIONAL DE ZOOTECNIA



FICHA DE EVALUACIÓN DE INFORME DE TESIS

Título de la tesis	DEGRADABILIDAD RUMINAL <i>In situ</i> DEL ENSILADO DE CEBADA CON NIVELES DE FOLLAJE DE PAPA Y AFRECHO DE TRIGO EN ALPACAS
Tesista(s)	Paz de Adriana ESCOBAR TAIPE y Violeta Eva MENDOZA COMUN
Asesor(a)	Dr. Manuel CASTREJON VALDEZ
Jurado Evaluador	Presidente: Dr. Alfonso Gregorio, Cordero Fernández
	Secretario: Dr José Luis, Contreras Paco
	Vocal: Mg. Blas, Reymundo Condor

INCOMPLETO (1)	BUENO (2)	MUY BUENO (3)
----------------	-----------	---------------

CRITERIOS DE EVALUACIÓN		ESCALA		
TÍTULO		1	2	3
1	El título presenta claridad, precisión y coherencia (mínimo 15 y máximo 20 palabras)			x
2	Delimitación adecuada			x
RESUMEN		1	2	3
3	Contiene el problema y objetivo de investigación o población y/o muestra.		x	
4	Precisa el método, técnica e instrumentos de estudio.	x		
5	Precisa los resultados, conclusiones y palabras clave.		x	
6	Tiene un máximo de 250 palabras y están redactadas en un solo párrafo.			x
INTRODUCCIÓN		1	2	3
7	Contiene el problema de investigación y los antecedentes de estudio.		x	
8	Se señala los objetivos de investigación y la hipótesis.		x	
9	Describe brevemente el estudio y presenta la estructura del informe de investigación.			x
CAPÍTULO I. EL PROBLEMA				
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA		1	2	3
10	Delimita y contextualiza el problema.		x	
11	La redacción del planteamiento del problema es coherente.		x	
12	Argumentación con referencias bibliográficas.		x	
FORMULACIÓN DEL PROBLEMA		1	2	3
13	La formulación del problema está redactada con claridad y precisión.			x
14	El problema presenta variable(s) y tiene relación con el título.			x
15	Los problemas específicos se relacionan con el problema general.			

OBJETIVOS				1	2	3
16	El objetivo general evidencia el propósito del estudio					x
17	Los objetivos específicos se derivan del objetivo general y son factibles de alcanzar.					x
18	Los objetivos responden al problema de investigación.					x
JUSTIFICACIÓN				1	2	3
19	Se exponen las razones ¿por qué?, ¿para qué? y la viabilidad del estudio.					x
LIMITACIONES				1	2	3
20	Explica las limitaciones en el control de la(s) variable(s), selección de la muestra, instrumentos de medición y la generalización de los resultados.					x
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO						
ANTECEDENTES				1	2	3
21	Presenta los antecedentes y los integra en relación con el problema de investigación.				x	
22	En los antecedentes se mencionan el problema, objetivo(s), metodología, población, resultados y conclusiones.					x
BASES TEÓRICAS				1	2	3
23	La organización de las bases teóricas es coherente y corresponde a las variables de estudio.					x
24	Las bases teóricas fundamentan las variables de estudio.					x
DEFINICIÓN DE TÉRMINOS				1	2	3
25	Define los conceptos más relevantes del estudio.					x
26	Utiliza 10 conceptos como mínimo con fuentes en orden alfabético.					x
HIPÓTESIS				1	2	3
27	La hipótesis se enuncia de manera clara y precisa.	Proyectos de investigación que consideren hipótesis, se califica y se otorga el puntaje correspondiente	Proyectos de investigación que no consideren hipótesis, se asigna la máxima puntuación			x
28	La hipótesis responde al problema de investigación.					x
VARIABLES				1	2	3
29	Identifica(n) con precisión la(s) variable(s) de estudio					x
OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES				1	2	3
30	La operacionalización presenta definición conceptual y operacional de la(s) variable(s) o también presenta dimensiones (si es pertinente), indicadores, ítems o instrumentos					x
CAPÍTULO III. METODOLOGÍA				1	2	3
31	Identifica el ámbito de estudio.					x
32	Selecciona y fundamenta el tipo y nivel de investigación.					x
33	Existe correspondencia entre nivel y diseño de investigación.					x
34	Señala la población y muestra de estudio.	Proyectos de investigación que consideren hipótesis, se califica y se otorga el puntaje correspondiente	Proyectos de investigación que no consideren hipótesis, se asigna la máxima puntuación			x
35	Selecciona y fundamenta el tipo de muestreo a utilizar.					x
36	Selecciona y fundamenta las técnicas e instrumentos a utilizar en el estudio.					x
37	Precisa los procedimientos para la recolección de datos.					x
38	Especifica y fundamenta la(s) técnica(s) y procedimientos estadísticos(s) para el análisis de datos.					x
CAPÍTULO IV: RESULTADOS Y DISCUSIÓN						
RESULTADOS				1	2	3

39	Describe en forma detallada y secuencial los resultados y se corresponden con los objetivos.		x	
40	Las tablas y las figuras sirven de complemento para la descripción de los resultados.			x
DISCUSIÓN		1	2	3
41	Interpreta y justifica los resultados.		x	
42	Explica la relación de los resultados con los antecedentes, bases teóricas y la hipótesis.			x
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES		1	2	3
43	Las conclusiones se sustentan en los resultados y responden a los objetivos.			x
44	Las recomendaciones se corresponden con las conclusiones, se dirige a instituciones, autoridades o personas para implementar los hallazgos del estudio y sugiere nuevas investigaciones.		x	
REFERENCIAS		1	2	3
45	Las citas y referencias se corresponden con el estilo de redacción.			x
46	Todas las citas están referenciadas y validadas.			x
ANEXOS		1	2	3
47	Incluye la matriz de consistencia, validación del instrumento, instrumentos utilizados, consentimiento informado, base de datos, evidencia de aplicación de instrumento y otros de acuerdo a la naturaleza del estudio.			x



CONTEO TOTAL DE MARCAS (realice el conteo de marcas en cada una de las tres categorías de la escala y anote)	0	5	42
	A	B	C
	1	11	35

$$\text{Puntaje Total} = 1(1) + 2(11) + 3(35) = 1 + 22 + 105 = 128$$

Para el resultado final, ubicar el puntaje obtenido en la siguiente tabla:

RESULTADO	INTERVALO
Desaprobado	[1 – 47]
Replantear	(47 – 94]
Aprobado	(94 – 141]

Huancavelica, 02 de junio de 2026.



Firmado digitalmente por CORDERO FERNÁNDEZ Alfonso Gregorio FAU
20168014962 soft
Motivo: Soy el autor del documento
Fecha: 18.06.2026 09:39:51 -05:00

Presidente



Firmado digitalmente por CONTRERAS PACO Jose Luis FAU
20168014962 soft
Motivo: Soy el autor del documento
Fecha: 18.06.2026 10:10:33 -05:00

Secretario



Firmado digitalmente por REYMUÑO CONDOR Blas FAU
20168014962 soft
Motivo: Soy el autor del documento
Fecha: 18.06.2026 10:01:39 -05:00

Vocal



Firmado digitalmente por CASTREJÓN VALDEZ Manuel FAU
20168014962 soft
Motivo: Soy el autor del documento
Fecha: 18.06.2026 10:17:16 -05:00

Asesor

UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCAMELICA

(creada por ley N° 25267)

FACULTAD DE CIENCIAS DE INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE ZOOTECNIA



INFORME FINAL DE TESIS

DEGRADABILIDAD RUMINAL *In situ* DEL ENSILADO DE CEBADA CON NIVELES DE FOLLAJE DE PAPA Y AFRECHO DE TRIGO EN ALPACAS

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN

Ciencias Agropecuarias y Desarrollo Agroindustrial

SUB LÍNEA

Ciencia Animal

PRESENTADO POR:

Paz de Adriana, ESCOBAR TAIPE

Violeta Eva, MENDOZA COMUN

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Zootecnista

HUANCAMELICA – PERÚ

(2026)

Acta de Sustentación

Certificado de similitud

Título

**DEGRADABILIDAD RUMINAL *In situ* DEL ENSILADO DE CEBADA CON
NIVELES DE FOLLAJE DE PAPA Y AFRECHO DE TRIGO EN ALPACAS**

Autores

Paz de Adriana, ESCOBAR TAIPE

Violeta Eva, MENDOZA COMUN

Asesor

Manuel, CASTREJON VALDEZ

<https://orcid.org/0000-0002-4535-3278>

DNI: 26603309

Dedicatoria

A nuestros padres, por ser el sostén incondicional en cada etapa de este camino. Gracias por enseñarnos el valor del esfuerzo, por acompañarnos con paciencia y amor, esta tesis es el fruto de sus enseñanzas su ejemplo y fe constante.

A nuestros maestros por compartir no solo conocimiento, sino también paciencia y humanidad, cada clase cada consejo y cada desafío, dejaron huellas que van más allá de lo académico, nos enseñaron pensar, cuestionar, y a crecer, esta tesis también es fruto de su guía su entrega y la confianza que sembraron, admiración y gratitud. Gracias por ser parte esencial de este camino.

Agradecimiento

Expresamos nuestra profunda gratitud a nuestros padres por el apoyo incondicional que nos brindaron durante este largo camino del estudio, de igual forma a nuestros familiares, que de alguna u otra forma contribuyeron al desarrollo de esta tesis.

De igual manera, agradecemos al asesor de tesis, Dr. Manuel Castrejón Valdez, por su guía paciencia y dedicación durante todo el proceso, sus valiosas observaciones y su apoyo fueron esenciales para la finalización de este proyecto. Así mismo extendemos nuestra gratitud a los miembros del comité evaluador, cuyos comentarios y sugerencias mejoraron significativamente nuestra investigación.

Quisiéramos agradecer de manera especial al MVZ Alcides Anccasi Cayllahua Q.E.P.D. por su apoyo incondicional en la ejecución de la tesis, y a nuestros docentes por compartir su conocimiento y experiencia. A todos aquellos que creyeron en nosotras y nos alentaron a seguir adelante, a ellos nuestros más sinceros agradecimientos.

Agradecer al Dr. José Luis Contreras Paco, responsable del laboratorio de nutrición animal y evaluación de alimentos (LUNEA), por su apoyo con los animales fistulados, acceso al bioterio de ensayos experimentales de animales rumiantes.

Por otro lado, agradecemos a nuestros amigos y compañeros que nos motivaron para el éxito de esta investigación.

Los tesistas.

Tabla de contenidos

Acta de Sustentación	ii
Certificado de similitud.....	iii
Título	iv
Autores	v
Asesor	vi
Dedicatoria.....	vii
Agradecimiento.....	viii
Tabla de contenidos.....	ix
Índice de tablas	xiii
Siglas.....	xvi
Resumen	xvii
Abstract	xviii
Introducción.....	xix
CAPÍTULO I	20
PROBLEMA.....	20
1.1. Planteamiento del problema	20
1.2. Formulación del problema	22
1.2.1. Problema general	22
1.2.2. Problema específico.....	22
1.3. Objetivos	22
1.3.1. Objetivo general.....	22

1.3.2.	Objetivos específicos	23
1.4.	Justificación	23
CAPÍTULO II.....		25
MARCO TEÓRICO.....		25
2.1.	Antecedentes.....	25
2.2.	Bases teóricas.....	38
2.2.1	Alpaca Raza Huacaya	38
2.2.2	Degradabilidad ruminal	39
2.2.3	Ensilado Cebada.....	46
2.2.4	Follaje de papa	47
2.2.5	Afrecho de Trigo	49
2.2.6	Tiempo de incubación.....	50
2.3.	Hipótesis.....	50
2.3.1.	Hipótesis general	50
2.3.2.	Hipótesis específica	51
2.4.	Definición de términos	51
2.5.	Identificación de variables.....	54
2.5.1.	Variable dependiente:.....	54
2.5.2.	Variable independiente:	54
2.6.	Operacionalización de variables e indicadores.....	55

CAPÍTULO III	56
MATERIALES Y METODOS	56
3.1. Ámbito temporal y espacial	56
3.2. Tipo de investigación	56
3.3. Nivel de investigación	57
3.4. Método de investigación	57
3.5. Diseño de investigación	57
3.6. Población, muestra y muestreo	59
3.6.1. Población:	59
3.6.2. Muestra:	59
3.6.3. Muestreo:	59
3.7. Técnicas e instrumentos para recolección de datos	59
3.8. Técnicas de procesamiento y análisis de datos	60
a A nivel de campo	60
b A nivel de laboratorio	62
CAPÍTULO IV	65
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	65
4.1. Presentación e interpretación de datos	65
4.2. Discusión de los resultados.	75
4.3. Proceso de prueba de hipótesis	78
4.3.1. Planteamiento de hipótesis	78

4.3.2.	Nivel de significancia	79
4.3.3.	Estadístico de prueba y diseño	79
4.3.4.	Resultados del contraste	79
4.3.5.	Resumen de la decisión sobre las hipótesis planteadas	80
	Conclusiones	81
	Recomendaciones.....	82
	BIBLIOGRAFÍA	83
	ANEXOS	94
	MATRIZ DE CONSISTENCIA.....	94
	Panel fotográfico.....	119

Índice de tablas

N°		Pág.
Tabla 1.	Valor nutricional de ensilaje de cebada	46
Tabla 2.	Valoración nutricional de los microsilos de follaje de papa.	47
Tabla 3.	Valores máximos de trigo en la dieta de rumiantes.	48
Tabla 4.	Operacionalización de variables e indicadores.	54
Tabla 5.	Análisis de varianza ANOVA de la materia seca y proteína cruda	65
Tabla 6	Degradabilidad media (%) de la materia seca en función a los niveles de follaje de papa y afrecho de trigo.	66
Tabla 7	Degradabilidad media (%) de la proteína cruda en función a los niveles de follaje de papa y afrecho de trigo.	67
Tabla 8	Degradabilidad media (%) de la materia seca en función a los tiempos de incubación.	68
Tabla 9	Degradabilidad media (%) de la proteína cruda en función a los tiempos de incubación.	69
Tabla 10	Degradabilidad media de los parámetros cinéticos de la materia seca (MS) en los diferentes términos de fracción, degradabilidad y tasa de pasaje del ensilado de cebada con niveles de follaje de papa y afrecho de trigo.	70
Tabla 11	Degradabilidad media de los parámetros cinéticos de la proteína cruda (PC) en diferentes términos de fracción, degradabilidad y tasa de pasaje del ensilado de cebada con niveles de follaje de papa y afrecho de trigo.	72
Tabla 12	ANOVA del parámetro cinético de la materia seca (MS) en termino de fracción soluble (a) del ensilado de cebada con niveles de follaje de papa y afrecho de trigo.	95
Tabla 13	ANOVA del parámetro cinético de la materia seca (MS) en termino de fracción potencialmente degradable (b) del ensilado de cebada con niveles de follaje de papa y afrecho de trigo.	95
tabla 14	ANOVA del parámetro cinético de la materia seca (MS) en término de indegradabilidad (i) del ensilado de cebada con niveles de follaje de papa y afrecho de trigo.	95
tabla 15	ANOVA del parámetro cinético de la materia seca (MS) en termino degradabilidad potencial (DP) del ensilado de cebada con niveles de follaje de papa y afrecho de trigo.	96

tabla 16	ANOVA del parámetro cinético de la materia seca (MS) en termino tasa de degradación (c) del ensilado de cebada con niveles de follaje de papa y afrecho de trigo.	96
tabla 17	ANOVA del parámetro cinético de la materia seca (MS) en termino degradabilidad efectiva en la tasa de pasaje de 2% (DE-2%/h) del ensilado de cebada con niveles de follaje de papa y afrecho de trigo.	96
tabla 18	ANOVA del parámetro cinético de la materia seca (MS) en termino degradabilidad efectiva en la tasa de pasaje de 5% (DE-5%/h) del ensilado de cebada con niveles de follaje de papa y afrecho de trigo.	97
tabla 19	ANOVA del parámetro cinético de la materia seca (MS) en termino degradabilidad efectiva en la tasa de pasaje de 8% (DE-8%/h) del ensilado de cebada con niveles de follaje de papa y afrecho de trigo.	97
tabla 20	ANOVA del parámetro cinético de la proteína cruda (PC) en termino de fracción soluble (a) del ensilado de cebada con niveles de follaje de papa y afrecho de trigo.	97
tabla 21	ANOVA del parámetro cinético de la proteína cruda (PC) en termino de fracción potencialmente degradable (b) del ensilado de cebada con niveles de follaje de papa y afrecho de trigo.	98
tabla 22	ANOVA del parámetro cinético de la proteína cruda (PC) en término de indegradabilidad (i) del ensilado de cebada con niveles de follaje de papa y afrecho de trigo.	98
tabla 23	ANOVA del parámetro cinético de la proteína cruda (PC) en termino degradabilidad potencial (DP) del ensilado de cebada con niveles de follaje de papa y afrecho de trigo.	98
tabla 24	ANOVA del parámetro cinético de la proteína cruda (PC) en termino tasa de degradación (c) del ensilado de cebada con niveles de follaje de papa y afrecho de trigo.	99
tabla 25	ANOVA del parámetro cinético de la proteína cruda (PC) en termino degradabilidad efectiva en la tasa de pasaje de 2% (DE-2%/h) del ensilado de cebada con niveles de follaje de papa y afrecho de trigo.	99
tabla 26	ANOVA del parámetro cinético de la proteína cruda (PC) en termino degradabilidad efectiva en la tasa de pasaje de 5% (DE-5%/h) del ensilado de cebada con niveles de follaje de papa y afrecho de trigo.	99
tabla 27	ANOVA del parámetro cinético de la proteína cruda (PC) en termino degradabilidad efectiva en la tasa de pasaje de 8% (DE-8%/h) del ensilado de cebada con niveles de follaje de papa y afrecho de trigo.	100

Panel fotográfico

N°		Pág.
Foto 1.	Obtención del ensilado.	119
Foto 2.	Pesado de muestras para la introducción al rumen.	119
Foto 3.	Incubación de los tratamientos a la alpaca según tiempos.	120
Foto 4.	Secado de muestras para registro de datos de la materia seca.	120
Foto 5.	Pesado de muestra para la lectura de proteína.	121

Siglas

MS: Materia seca

PC: Proteína cruda

DP: Degradabilidad potencial

DE: Degradabilidad efectiva

FP: Follaje de papa

AT: Afrecho de trigo

T: Tiempo

Resumen

La investigación evaluó la degradabilidad *in situ* de la materia seca (MS) y proteína cruda (PC) del ensilado de cebada, con diferentes niveles de follaje de papa y afrecho (FP-AT) de trigo utilizando tres alpacas fistuladas. Se empleó el diseño de bloques completos al azar con arreglo factorial 4*4 (niveles de follaje de papa-afrecho de trigo y tiempos de incubación), se estimó la degradabilidad potencial (DP) y efectiva (DE). Los resultados mostraron efectos significativos de los niveles de follaje de papa y afrecho de trigo, así como de su interacción, en la degradabilidad potencial y efectiva de la materia seca (MS), con valores iniciales de 5.4 % a más del 60 % a las 72 horas. La degradabilidad potencial (DP) de la materia seca fue elevada con valores de 71.29% y 76.63%. Los mejores resultados se dieron con 0, 10 y 30% de inclusión de FP – AT, la respuesta fue curvilínea, con óptimo en niveles bajos o moderados. En caso de la DE de materia seca presentó una tendencia de reducción al aumentar la tasa de pasaje, este efecto positivo se mostró con tasa de pasaje 2%/h lo que indica un mayor aporte de FP- AT y favorece la disponibilidad de la materia seca en fermentaciones más prolongadas. La DP de la proteína cruda fue alta en todos los niveles de FP – AT (76.01 a 77.36%), el valor más alto se obtuvo sin la inclusión de FP – AT, al aumentar su nivel se registraron disminuciones leves y diferencias entre tratamientos. En la DE de la proteína cruda disminuyó numéricamente al incluir FP-AT. A la tasa de pasaje de 2%/h hubo aumento en la DE de la PC, observando diferencia significativa ($p < 0.05$) entre los niveles de 10, 20 y 30% de FP-AT en relación al tratamiento control. Se concluye por los altos valores de la DP y DE de la MS y de la PC de los ensilados incluidos del coproducto deben ser incluidos en las tablas de composición química – bromatológica de alimentos.

Palabras clave: Degradabilidad *In situ*, ensilado de cebada, degradabilidad potencial y efectiva.

Abstract

In situ methods were developed using non-degradable bags to observe the disappearance of their contents, thereby providing information on the potential and effective degradability of dry matter and crude protein. The study evaluated the in situ degradability of dry matter (DM) and crude protein (CP) in barley silage, with different levels of potato foliage and wheat bran, using three fistulae alpacas. A completely randomized block design with a 4×4 factorial arrangements was used; we analyzed the effect of the levels on potential (PD) and effective (ED) degradability. The results showed significant effects of the levels of potato foliage and wheat bran, as well as their interaction, on the potential and effective degradability of dry matter (DM), with initial values ranging from 5.4% to over 60% at 72 hours. The potential degradability (PD) of dry matter was high, with values of 71.29% and 76.63%. The best results were obtained with 0%, 10%, and 30% inclusion of FP-AT; the response was curvilinear, with an optimum at low or moderate levels. In the case of effective degradability (ED) of dry matter, there was a downward trend as the flow rate increased; this positive effect was observed at a flow rate of 2%/h, indicating that a higher inclusion of FP-AT enhances the availability of dry matter during longer fermentations. The DP of crude protein was high at all levels of FP-AT (76.01 to 77.36%); the highest value was obtained without the inclusion of FP-AT; as its level increased, slight decreases and differences between treatments were observed. The DE of crude protein decreased numerically when FP-AT was included at a passage rate of 2%/h; there was an increase in the DE of PC, with a significant difference ($p < 0.05$) observed between the 10%, 20%, and 30% FP-AT levels compared to the control treatment. It is concluded that, due to the high DP and DE values of the DM and CP in the silages containing the product, they should be included in the chemical and bromatological composition table for foods.

Keywords: In situ degradability, barley silage, potential and effective degradability.

Introducción

La crianza de alpacas representa una de las actividades productivas, económicas y culturales más relevantes para las comunidades altoandinas del Perú, constituyendo la base de sustento de miles de familias en regiones como Huancavelica, Puno y Arequipa. Sin embargo, enfrenta limitaciones asociadas a la estacionalidad de los recursos forrajeros durante la época seca que afecta el crecimiento, producción y la salud de los animales. Ante esta problemática, es necesario recurrir a fuentes alternativas de alimento que sean accesibles, económicas y capaces de cubrir alternativas nutricionales de la alpaca (Quispe, 2018).

Los residuos de cosecha y subproductos agroindustriales se perfilan como alternativas sostenibles, el follaje de papa y afrecho de trigo son recursos disponibles en la zona andina, asimismo la cebada forrajera es un cultivo adaptado a las condiciones locales, y su conservación mediante ensilado permite preservar su valor nutritivo, esta condición podría mejorar su aprovechamiento (Cordero, *et al*, 2018).

Por estas consideraciones, se plantea la siguiente hipótesis: La degradabilidad ruminal *in situ* del ensilado de cebada difiere entre los niveles de follaje de papa – afrecho de trigo en alpacas, tanto potencial como efectiva de la materia seca y de la proteína cruda.

El trabajo de investigación está constituido por cuatro secciones: El capítulo I, delimita el problema de estudio, formulación del mismo en la especificación de los objetivos que considera la importancia del estudio. Capítulo II detalla el marco teórico, antecedentes y variables en estudio. Capítulo III menciona la metodología de la investigación, diseño, población, técnicas e instrumentos y procesamiento de datos y Capítulo IV lo cual detalla los resultados del estudio. En la parte final del trabajo se presenta las conclusiones y recomendaciones relevantes.

CAPÍTULO I

PROBLEMA

1.1. Planteamiento del problema

El Perú es uno de los países con mayor población de alpacas con un número de 3 685 516, de las cuales 1 459 903 se encuentra en Puno, el resto está distribuido en Arequipa, Huancavelica y Apurímac (INEI, 2012). La alimentación básica de esta especie es a base de pastizales, que es de poca disponibilidad a causa del sobrepastoreo además del cambio climático que se viene atravesando actualmente, que en gran parte la ganadería ha sido afectada vigorosamente (Gallegos, 2012).

Las zonas altoandinas tienen factores que limitan la actividad pecuaria y una de ellas es el clima, la cual se caracteriza por dos periodos muy marcados, una lluviosa y otra estación seca, este último ocasiona descensos extremos de la temperatura que conlleva a la pérdida de pastos naturales, además la helada es el factor que más limita el crecimiento de los pastos naturales (Mendoza, 2013).

El ecosistema andino evidencia una variación gradual en la composición florística y en la estructura de la vegetación a medida del paso del tiempo esto como consecuencia del cambio climático dando lugar a matorrales dispersos y

suelos sin vegetación. El cambio climático ha generado alteraciones significativas en las comunidades, en este contexto las elevadas temperaturas han conllevado a la escasez del recurso hídrico para el sector ganadero y agricultor en consecuencia la pérdida de praderas naturales y la deficiente disponibilidad de pastos, la cual es fuente de alimento para los animales, esto conlleva a pérdidas económicas debido a la productividad baja y muerte de los animales a falta del agua, y del alimento (Zapata, 2026)

En la región de Huancavelica una de las actividades pecuarias económicas más importantes es la crianza de alpacas, sin embargo, la producción de esta especie actualmente se ve afectada por la baja producción y calidad de pastos, que perjudica la explotación de la ganadería, en consecuencia, los animales presentan baja rentabilidad para el productor. Sin embargo, algunas investigaciones han revelado que los subproductos de la agroindustria y los residuos de cosecha pueden emplearse para complementar la alimentación de esta especie, y que el valor nutricional de los residuos puede mejorar mediante procedimientos o tratamiento probados (Contreras, 2021).

La importancia del conocimiento sobre la digestibilidad y degradabilidad de los alimentos es necesario para poder así establecer el valor nutricional. La digestibilidad hace referencia a la cantidad de alimento que desaparece en el tracto digestivo o en un procedimiento de laboratorio debido a una solubilización o ataque por los microorganismos anaerobias ruminales; mientras que, la degradabilidad hace referencia a la cantidad de alimento que se descompone en sus elementos integrantes, mediante procesos biológicos y químicos. En consiguiente el desconocimiento de la digestibilidad nos conlleva a no poder estimar la proporción de nutriente presentes en el alimento y con respecto a la degradabilidad no se sabría en que magnitud los alimentos se degradan dentro del animal (Perlas, 2022).

Contreras, *et al.* (2019), menciona que la composición química, la degradabilidad y la digestibilidad es de vital importancia conocer para poder

formular dietas para los animales, además, que los forrajes tienen un papel fundamental en la nutrición animal como fuentes de energía a bajo costo y proporciona la fibra necesaria para el mantenimiento de la función ruminal y de la producción.

Según (Castro & Reiner, 2012), el conocimiento de la degradabilidad de un alimento es un parámetro de vital importancia en la producción, ya que es la base para formular dietas con degradación rápida y lenta que permite mantener la fermentación estable en el rumen, optimizando el consumo de recursos locales y reduciendo costos sin afectar el rendimiento productivo.

1.2. Formulación del problema

1.2.1. Problema general

¿Cuál es la degradabilidad ruminal *In situ* del ensilado de cebada con niveles de follaje de papa y afrecho de trigo en alpacas?

1.2.2. Problema específico

¿Cuál es la degradabilidad potencial y efectiva de MS del ensilado de cebada con niveles de follaje de papa y afrecho de trigo en alpacas?

¿Cuál es la degradabilidad potencial y efectiva de PC del ensilado de cebada con niveles de follaje de papa y afrecho de trigo en alpacas?

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo general

Determinar la degradabilidad ruminal *In situ* del ensilado de cebada con niveles de follaje de papa y afrecho de trigo en alpacas.

1.3.2. Objetivos específicos

Determinar la degradabilidad potencial y efectiva de materia seca del ensilado de cebada con niveles de follaje de papa y afrecho de trigo en alpacas.

Determinar la degradabilidad potencial y efectiva de la proteína cruda del ensilado de cebada con niveles de follaje de papa y afrecho de trigo en alpacas.

1.4. Justificación

A nivel social, la ganadería altoandina, especialmente la crianza de alpacas, es una actividad esencial para las comunidades rurales de la sierra central del Perú. Sin embargo, la escasez de forrajes de calidad en épocas seca afecta la productividad y salud de los animales. El uso de ensilados elaborados con recursos locales como cebada forrajera, follaje de papa y afrecho de trigo ofrece una alternativa accesible y sostenible para mejorar la alimentación. Evaluar su degradabilidad ruminal permite seleccionar insumos eficientes y digestibles, fortaleciendo la seguridad alimentaria, mejorando la calidad de vida de las familias alpaqueras y preservando practicas productivas y tradicionales.

La alimentación representa el mayor costo de producción alpaquera. El aprovechamiento del follaje de papa junto con el afrecho de trigo como aditivo energético, puede reducir los gastos en insumos comerciales. Además, la cebada forrajera es un recurso disponible en la región y su ensilado permite almacenar alimento con mínima pérdida nutritiva. Determinar la degradabilidad permite conocer su valor nutritivo y formular raciones económicas y eficientes. Esto posibilita incrementar el rendimiento productivo y reproductivo de las alpacas sin elevar costos, favoreciendo la competitividad de los pequeños y medianos productores.

La información científica sobre la degradabilidad ruminal *in situ* en alpacas es limitada en comparación con otras especies rumiantes. Además, existe un vacío de conocimiento respecto a la cinética de degradación del ensilado de cebada combinado con follaje de papa y afrecho de trigo. Evaluar su degradabilidad ruminal con la técnica *in situ* permite estimar parámetros como fracciones solubles y potencialmente degradables, tasa de degradación; así como la degradabilidad potencial (DP) y degradabilidad verdadera (efectiva) que contribuyen a comprender mejor el comportamiento digestivo de la alpaca. Los resultados generarán conocimiento original y aplicable para la ciencia animal, especialmente en nutrición de camélidos sudamericanos y será una referencia para futuras investigaciones sobre alimentos alternativos y estrategias de manejo nutricional.

La investigación destaca la importancia de la alimentación en la producción de alpacas y propone nuevas alternativas basadas en insumos locales con alta degradabilidad ruminal. Estos recursos mejoran la eficiencia alimenticia, especialmente en periodos críticos, fortalece la condición corporal del animal y la reducción de la dependencia de concentrados comerciales. El estudio aporta evidencia científica que respalda el uso de ingredientes regionales y accesibles, promoviendo la sostenibilidad productiva y ambiental en las comunidades altoandinas. Además, genera información sobre los coeficientes de degradación, sirviendo como base para futuros estudios y el desarrollo de nuevas alternativas alimenticias en la época seca.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes

A nivel internacional

Valadares *et al.* (2010), en el trabajo de investigación *Degradabilidad in situ de proteína bruta y materia seca de algunos alimentos en vacas gestantes e lactantes*. Con la finalidad de establecer los parametros cineticos de la degradacion *in situ* del heno capim Tifton 85, el savado de soja y los forrajes de pasto elefante en cuanto a la fibra en detergente neutro, materia seca y proteína bruta. Se emplearon 3 vacunos adultos fistulados en el primer compartimento. Los alimentos fueron pesados en bolsa de nylon incubados simultaneamente y sacados a los tiempos 0, 2, 4, 8, 16, 24, 48 y 72 horas. Se llevo a cabo un analisis de los residuos de las bolsas para determinar el contenido de fibra en detergente neutro, proteína bruta y materia seca. Como resultado se obtuvo una degradacion elevada en la materia seca y proteína bruta del salvado de soja, asi como la proteína bruta del silaje de heno. Y como conclusión mencionan que el contenido

de fibra en detergente neutro y sus características cinéticas ejerce acentuado efecto sobre la digestión de los alimentos.

Salado *et al.* (2005), realizaron su investigación *Cascarilla de soja y afrechillo de trigo: cinética de degradabilidad ruminal de la fibra detergente neutro*. Estudiaron la cinética del proceso de degradación del alimento en el rumen de los insumos como la cascarilla de soja (CS) y el afrechillo de trigo (AT) basados en la fibra detergente neutra (FDN). Empleando el método *in situ*. Se utilizaron vacas de diferentes edades, en cada vaca se se incubaron 2 bolsas nylon en el rumen y por horarios durante las 72 horas. Como resultado de esta investigación podemos decir que la cascarilla de soja mostró menos presencia de energía y proteína y un mayor contenido de FDN. La degradabilidad de la FDN fue de 97,3 y 53,4 % para CS y AT respectivamente, la degradabilidad efectiva de las fibras de los alimentos en la tasa de pasaje (kp) del 3 y 7%/hora fueron respectivamente de 54,1 y 33,4% para CS, y de 48,3 a 42,8% para AT. Se concluye que el valor energético y la digestibilidad de la fibra de la cascarilla de soja se disminuyen para animales de alta producción y consumo, esto como consecuencia que el proceso de tránsito digestivo es más rápido. En caso de la fibra de Cascarilla de Soja la digestión es más completo.

Ponce & Merlo, (2020), en su artículo *Degradabilidad in situ de la dieta seleccionada por la llama (Lama glama)*. El propósito de este estudio fue analizar cómo se descompone los alimentos por el método *in situ* la materia seca, la proteína bruta, la fibra detergente neutra y la fibra detergente acida de la dieta escogida por las llamas, considerando los diferentes meses y los periodos de la incubación, en la comunidad de Jila Huta Manasaya, Sajama Oruro. Se optaron 4 llamas fistuladas machos de 3 años de edad, raza Qara. Las muestras de alimentos reunidas en el esófago de llamas que pasaban fueron deshidratadas, trituradas y guardadas en bolsas de Dracron con una porosidad de 1700 poros/cm² que no se digieren. Posteriormente, se incubaron por periodos de 0, 6, 12, 24, 36, 48, 72 y 96 horas. Se llevó a cabo un análisis utilizando la metodología proximal de Weende y Van Soest. Los resultados se evaluaron

utilizando un diseño completamente aleatorio con un arreglo factorial de 3*8, y se efectuaron comparaciones de medias a través de la prueba de Duncan. Se observó que la degradación *in situ* ocurre de manera lenta y en un único proceso en el primer compartimento gástrico de las llamas. La degradabilidad *in situ* de la materia seca fue superior en los meses de noviembre y diciembre e inferior en octubre, la absorción de la materia se dio por un lento proceso y progresivo alcanzando a niveles mayores hasta las 72 horas de incubación y luego bajo inferiormente los niveles de digestión.

Boschini, (2001) en su investigación *Degradabilidad in situ de la materia seca, proteína y fibra del forraje de morera (Morus alba)*. Con el propósito de evaluar la degradabilidad ruminal de la materia seca, la proteína cruda, la fibra detergente neutro y sus fracciones en rebrotes de morera de 56, 84 y 112 días, se analizó la degradación de las hojas, los tallos y de la planta en su totalidad. Los resultados mostraron que la degradabilidad potencial de los tres componentes analizados fue disminuyendo a medida que el rebrote se hacía más viejo. La fracción soluble de la materia seca cambio de 29 a 25% en las hojas y de 27 a 19% en los tallos al incrementarse la edad de 56 a 112 días. La parte degradable en la hoja se mantuvo estable en las tres edades (61-63%) con velocidades de degradación ruminal de 14, 10 y 9%/h a 56, 84 y 112 días. En el tallo, la parte degradable se redujo de 42 a 30% entre los 56 y 112 días, con ritmos de degradación de 8,4, 6,7 y 5,3%/h a medida que aumento la edad. La cantidad de proteína cruda soluble bajo de 41 a 33% en la planta completa, a medida que paso el tiempo, y la parte degradable se, mantuvo constante entre 49-51%. La velocidad de degradación supero el 9,4 %/h. la fibra detergente neutra mostro una parte degradable de 71%, 62% y 43% a los 56, 84 y 112 días respectivamente, con velocidades de degradación de 13, 10 y 9%/h en ese mismo orden.

Salinas *et al.* (2011), investigaron la *Digestibilidad in situ de la materia seca de tres dietas para ovinos de engorda*. El propósito de este estudio fue evaluar la digestibilidad *in situ* de los sólidos de tres dietas de engorda para ovejas en

Tamaulipas, México. Se aplicó la metodología de la bolsa de nylon para medir la digestibilidad y la degradabilidad en el rumen de los sólidos, utilizando tres borregos con fistula en el rumen, organizados dentro de un diseño de cuadro latino. Los intervalos de incubación fueron de 0, 4, 8, 12, 24 y 48 h. Todos los tratamientos (T) incorporaron sorgo (*Sorghum vulgare*) triturado como insumo. En consecuencia, se registró en T1 el valor más alto ($P<0,05$) y la fracción digestible fue superior en T2. Después de 48 horas, no se notaron diferencias entre los tratamientos ($P>0,05$). La porción que se disuelve rápidamente en la tasa de descomposición fue superior ($P<0,05$) en T1 comparado con T2 y T3. La dieta T1 mostro la fracción más fácil de digerir en las primeras horas de incubación en el rumen. La dieta T3 tuvo una menor proporción de digestión.

Merlo *et al.* (2007), realizaron su investigación de *Degradación In situ de la dieta seleccionada por llamas en la pradera nativa en diferentes meses en épocas de lluvias en el Altiplano de Bolivia*. Como meta, analizaron la velocidad de descomposición de la materia seca, la proteína cruda y la fibra detergente neutra del forraje que las llamas eligen en la pradera nativa, durante los meses de febrero, marzo y abril, en la época de lluvias en el Altiplano de Bolivia. En 6 llamas que tenían una fistula en el primer compartimento. La degradación *in situ* fue elaborada por la ecuación siguiente $D=a+b(1-\exp-ct)$. Como resultado fue la tasa de degradación de 1.2 a 4.4 %, y el potencial de degradación de MS ($a+b$) de 76 a 99 %, fueron afectados ($P<0.05$) por los meses. Sin embargo, la degradación efectiva de MS (estimada con una tasa de flujo ruminal de $k=3\% h^{-1}$) no fue afectada ($P>0.05$) por los meses (37.8%). Las tasas de degradación ruminal de PC, $9.8\% h^{-1}$, y la FDN, $7.4\% h^{-1}$, no fueron afectadas ($P>0.05$) por el mes. Asimismo, la degradación potencial y la efectiva ($k=3\% h^{-1}$) de PC (93 y 54%) y FDN (76 y 29%) no fue influida por el mes. En la relación con la descomposición de MS, PC y FDN. Se determina que una rápida descomposición de la proteína en las primeras horas, junto con una baja descomposición de las paredes celulares, causara un desajuste en la cantidad de

proteína disponible y falta de energía en los animales que consumen pastizales nativos.

Guerrero *et al.* (2010), desarrollaron el trabajo de investigación titulado *Composición química y degradabilidad de la proteína de forrajes nativos de la región semiárida del norte de México*, con el fin de evaluar la composición química, el índice y la descomposición de la proteína cruda, así como la energía metabolizable (EM) y la proteína metabolizable (PM) de plantas arbóreas, arbustivas, herbáceas, cactáceas, flores, frutos y vainas que los pequeños rumiantes consumen en el pastizal. La degradabilidad de la proteína cruda se analizó mediante método *in situ*. La degradabilidad efectiva de la proteína cruda (28, 55, 62, 77 y 76 %) resultó ser distinta en cada tipo de planta. Se concluye que la degradabilidad efectiva de la proteína cruda clasifica a las especies arbóreas examinadas como de calidad media.

Boschini & Chacon (2017), desarrollaron la investigación titulada *Degradabilidad ruminal de la alfalfa en la zona oriental del Valle Central de Costa Rica*. Como propósito es examinar la degradación en el rumen de vacas lecheras y las características de cuatro variedades de alfalfa (*Medicago sativa*) que fueron creadas en Argentina. La recolección de muestras se realizó durante la temporada de lluvias. Consistiendo en cosechar alfalfa desde el suelo, de las variedades Mora, Patricia, Victoria y Super Monarca. Todas las muestras fueron incubadas en duplicado en dos vacas Jersey-Reryna que tenían una fistula ruminal, en intervalos de 0, 3, 6, 12, 24 y 48 horas. Los datos obtenidos se evaluaron utilizando el algoritmo de Marquardt con el software estadístico SAS. Como resultado, solo se observaron variaciones que eran estadísticamente significativas ($p < 0,05$) en las fracciones solubles y en la tasa de degradación en función de la edad de recolección, donde los valores para la fracción soluble, el potencial de degradación y la tasa de degradación entre 35,34%-44,65%, 36,46%-39,96% y 0,0734/h-0,1176/h, respectivamente. Las conclusiones indican que la alfalfa es un forraje de excelente calidad y posee un alto potencial

de utilización por parte de los rumiantes, incluso en comparación con otros forrajes comunes en entornos tropicales.

Afshar Mirzaei *et al.* (2008), en su investigación *Uso de la técnica del saco de nylon para determinar el valor nutricional y la cinética de degradación de las variedades de alfalfa iraní*. El propósito fue establecer la estructura química y las propiedades de descomposición en el rumen de dos tipos de alfalfa, que son Kareyonge (KAR) y Hamedani (HAM). Se empleó el procedimiento de incubación en seis momentos distintos. Los hallazgos mostraron que no existieron variaciones significativas ($p < 0,01$) entre las distintas variedades de alfalfa en cuanto a materia seca, proteína cruda, ceniza y extracto de éter (EE). Sin embargo, se registró una diferencia significativa en los valores de fibra bruta (FB), fibra detergente neutra (FDN) y fibra detergente ácida (FDA). La degradación de la MS, Materia orgánica, PC y la proteína degradable en el rumen efectiva (ERDP) a una tasa de 0,05 / h para las variedades KAR y HAM fue de 54,2, 52,16%, 40,1%, 72,57 g kg⁻¹ MS y 56,97%, 54,9%, 39,25% , 89,4 g kg⁻¹ de MS. En conclusión, los cálculos basados en la degradabilidad *in situ* sugieren que la alfalfa Hamedani podría tener un mayor porcentaje de inclusión en las dietas de rumiantes en comparación con alfalfa Kareyonge, debido a su menor contenido de NDF. Mayor cantidad de material celular de ERDP.

A nivel nacional

Machaca (2009), desarrolló el trabajo de investigación *Degradabilidad ruminal de materia seca y proteína cruda de los principales recursos alimenticios de Anta – Cusco para vacunos*, con el objetivo de evaluar la cinética de la degradabilidad *in situ*, de la materia seca y proteína cruda, de dieciocho principales recursos alimenticios utilizados para vacunos lecheros. Las bolsas de dracón que contenían una muestra seca de 4g fueron colocadas en duplicado en diferentes momentos de incubación, en la sección inferior del rumen de dos vacas Holstein. Los tiempos de incubación ruminal fueron de 0, 2, 4, 8, 16, 24, 48, 72 y 96 horas. La cinética de degradación de la materia seca y de la proteína

cruda, tanto de los valores predichos como de los registrados, se ajustó utilizando la función solver de Excel. Para materia seca, el resultado fue que la diferencia significativa de las especies sobre la cinética de degradabilidad *in situ*, siendo el *rye grass* italiano inmaduro, el trébol rojo prefloración el más degradable y la avena lechosa, la alfalfa la menos degradable. Referente a los parámetros de degradabilidad efectiva *in situ* de MS se observa que, DEMS y DEPC con una tasa de pasaje ruminal de 6,0%h, el mayor valor fluctúa entre 76,76% para trébol rojo prefloración y menor valor fluctúa entre 42,07% para avena lechosa respectivamente.

Torres *et al.* (2009), En su artículo científico *Comparación de las técnicas in situ, in vitro y enzimática (celulasa) para estimar la digestibilidad de forrajes en Ovinos*. El propósito fue evaluar las metodologías *in vitro*, *in situ* y enzimática (usando celulasa) para medir la digestibilidad de forrajes con distintas calidades nutricionales en ovejas. Se recogieron muestras de forrajes de tres categorías: alta (*rye grass* de 2-4 semanas), media (*rye grass* de 8 semanas y heno de alfalfa) y baja (paja de avena). Las muestras fueron deshidratadas, trituradas y luego pasadas por un tamiz de 1mm para las técnicas *in vitro* y celulasa, y de 3 mm para la técnica *in situ*. Se midió la digestibilidad *in vitro* de la materia seca mediante celulasa. Se emplearon tres ovinos con fistula ruminal, alimentados con maíz forrajero y heno de alfalfa. Se aplicó un diseño experimental de tipo factorial 4 x 3 (4 tipos de forrajes y 3 modalidades de evaluación). No se hallaron diferencias significativas entre la digestibilidad *in vitro* de la materia seca y la digestibilidad *in situ* de la materia seca en los forrajes de calidad media. No se encontraron diferencias significativas entre la DIVMS y la DCMS en los forrajes de calidad media. Los valores de DIVMS y DCMS exageraron la cantidad de materia seca que se puede degradar en forrajes de alta calidad, mientras que subestimaron esta cantidad en forrajes de calidad media y baja en comparación con la DISMS en ovejas. Se llega a la conclusión de que existen variaciones entre los métodos *in situ*, *in vitro* y celulasa para evaluar la digestibilidad de la

materia seca del forraje en ovinos, y que estas variaciones dependen de la calidad del forraje.

Gojon, Siqueiros, & Hernandez, (1998) desarrollaron la investigación de la *Digestibilidad ruminal y degradabilidad In situ de macrocystis pyrifera y sargassum spp. en ganado bovino*. Con la finalidad de establecer la composición química, el contenido energético, la degradación *in situ* y la digestibilidad en el rumen de *macrocystis pyrifera* y *Sargassum spp.*, es importante señalar que estas algas se clasifican como forrajes con bajo contenido energético. La pérdida de materia seca durante periodos de incubación de hasta 96 horas resultó en un 85.36% de digestibilidad para *M. pyrifera* y un 54.83% para *Sargassum spp.*, con tasas de degradación de 0.03 y 0.05, respectivamente. El análisis de la proteína cruda mostro que los valores calculados de 8.40% y 5.99% no se descomponen en el rumen. Las pruebas *in vitro* indicaron que pueden actuar como proteínas de sobrepaso, las cuales se digieren en el abomaso. En rumen, ambas especies de algas tienen un alto potencial como forrajes para animales rumiantes, destacando a *M. pyrifera* como nutricionalmente más ventajosa.

Razz *et al.* (2004), realizaron el proyecto *Cinética de degradación In situ de la Leucaena leucocephala y Panicum máximum Centro de Transferencia de Tecnología en Pastos y Forrajes*. Con el proposito de analizar la degradación "*in situ*" de la materia seca y de la proteína cruda de *Leucaena leucocephala* y el pasto guinea, se realizaron incubaciones durante los periodos de 0, 6, 12, 24, 48 y 72 horas, utilizando cuatro alpacas machos de tres años. Se aplico un diseño experimental totalmente al azar con un arreglo factorial de 2 x 6 y tres repeticiones. Los parámetros de degradación fueron analizados mediante regresión no lineal. Los hallazgos revelaron un efecto significativo de las especies en la cinética de desgradación *in situ* de la materia seca. Se observó que la *Leucaena* presentaba una degradabilidad inicial mas alta (20,83%) y efectiva (49,53%), mientras que el pasto guinea alcanzó la maxima degradabilidad (58,68%). La tasa de degradación mas baja (0,0389 h) se registro en el pasto guinea, y no se encontraron diferencias en la degradabilidad potencial entre dos

especies. En relación a la proteína cruda, el pasto guinea mostró los mayores porcentajes de degradabilidad inicial (6, 12) y potencial (52,10) mientras que su tasa de degradación (0,013 h⁻¹) fué menor que la de la *Leucaena*. En resumen, la degradabilidad máxima de la proteína cruda fué comparable entre dos especies.

Pastrana, Cuesta, & Duran, (1993) realizaron su investigación titulado *Valoración nutricional del follaje de la papa (Solanum Tuberosum l.) en alimentación de ovinos*. En Ica. Se busca analizar el uso del follaje de papa (*Solanum tuberosum L*) como opción en la alimentación de ovejas. El follaje, procedente de las variedades Parda Pastusa y Diacol Monserrate, se recolectó 30 días antes de la cosecha del tubérculo. Durante la fase inicial del estudio, se evaluó la cantidad del follaje producido y se crearon microsilos para examinar las propiedades organolépticas y nutricionales de ambas variedades. Como resultado se obtuvo. La generación de materia seca (MS) de la variedad Pastusa fue de 6.8 toneladas por hectárea, mientras que la variedad Monserrate llegó a 5.2 toneladas por hectárea. La Pastusa, cuando se ensiló usando un método manual para retirar aire, con un presecado de 48 horas y un almacenamiento de entre 30 y 60 días, mostró un mayor valor nutricional. Se elaboró un silo de montón utilizando el follaje de Pastusa, que presentó un contenido de MS del 21.5%, una proteína cruda (PC) del 14.6%. un factor de detergente neutro (FDN) del 38.5%. una digestibilidad *in vitro* de la materia seca del 92.4% y una energía digestible estimada de 3 280 Kcal/Kg de MS. Además, se destacó como una buena fuente de calcio, magnesio, potasio, hierro, manganeso y zinc.

A nivel local

Contreras, *et al.* (2021), en el proyecto titulado *Parámetros cinéticos de la degradabilidad in situ de residuos de cosecha en alpacas (Vicugna pacos)*. El propósito fue establecer los parámetros cinéticos de la degradación *in situ* de la materia seca, la proteína cruda y la fibra detergente neutra de los desechos de cosecha de cebada, avena, arveja, quinua y habas en la región de Huancavelica. Para ello, se utilizaron dos alpacas con fistulas en el rumen. En los análisis

estadísticos, las alpacas representaron los bloques, los residuos de cosecha fue el tratamiento y los tiempos de incubación correspondieron a las subparcelas. Se colocaron 5 gramos de los residuos de cosecha triturados en bolsitas de nylon, las cuales fueron incubadas durante 0, 12, 24, 48 y 72 horas, los cuales tuvieron como objetivo determinar los parámetros cinéticos de la degradabilidad *in situ* de la materia seca, proteína cruda, y fibra detergente neutra de los residuos de cosecha de cebada, avena, arveja, quinua y habas de la zona de Huancavelica. Se encontró que la avena y la quinua mostraron los mayores niveles de materia seca, la cantidad de proteínas crudas varió desde un 2% en la cebada hasta un 14.1% en las habas, el contenido de fibra detergente neutro fue de 34.94% para las habas y alcanzó un 90.19% en la cebada. En conclusión, se señala que el nivel de fibra detergente neutro y sus propiedades cinéticas impactan significativamente la digestión de los rumiantes analizados.

Pariona (2018), en su investigación sobre la *Composición química y cinética de la degradabilidad ruminal de forrajes y concentrados en bovinos en la Universidad Nacional de Huancavelica*. El propósito fue analizar la composición química y la velocidad de degradación ruminal *In situ* de la MS, PC, FDN y FDA de los forrajes puros, forrajes combinados y suplementos concentrados. Para ello, se recolectaron 16 kg de forraje fresco de cada uno de los insumos de las cuatro provincias de Huancavelica, se emplearon tres bovinos con fistula, los forrajes fueron pesados en bolsas de nylon y se incubaron en ocho intervalos, mientras que los concentrados se incubaron en siete intervalos. En los hallazgos, se observó que la cebada molida mostró un 67.89% de FDN y un 85.00% de MS de todas las especies analizadas, la que presentó la tasa de degradación más alta fue la avena, con un 47.77% en PC, la cebada también sobresale en términos de DP y DE, alcanzando un 98.15% y un 92.86%/h respectivamente a una tasa de pasaje de 2% por hora. Se concluye que la DE de la PC, con tasas de pasaje de 2,5 y 8%/h, permite clasificar los forrajes puros, forrajes combinados y alimentos concentrados como especies de alta calidad, en

comparación con la DE de MS, FDN y FDA, destacando la pasta de algodón, la cebada molida y la alfalfa.

Cordero *et al.* (2018), realizaron el trabajo de investigación *Degradabilidad y estimación del consumo de forrajes y concentrados en alpacas (Vicugna pacos)*. El propósito del estudio fue analizar los aspectos cinéticos de la degradación *in situ* de la materia seca y la proteína cruda, utilizando ensilado de maíz chala con un 1% de urea, cebada, avena, salvado de trigo y raspa de papa. Se emplearon muestras de alimentos (5 gramos en base seca) que se colocaron en bolsas de nylon y fueron incubadas durante periodos de 0, 6, 12, 24, 48 y 76 horas. Se examinó la materia seca y la proteína cruda de los residuos en las bolsas. Los hallazgos indicaron que el salvado de trigo y la raspa de papa mostraron altos niveles de degradación potencial, al igual que la materia seca y la proteína cruda de la avena. Se observó una notable fracción no degradable de proteína cruda en el maíz chala tanto sin urea como con urea, lo que se traduce en una menor degradabilidad de la proteína cruda. En conclusión, el estudio determinó que entre los forrajes analizados, la avena sobresale por su alta fracción de materia seca y su mayor degradabilidad efectiva de la proteína cruda en las tasas de pasaje evaluadas. En los alimentos concentrados, el salvado de trigo se destacó como el más importante debido a su mayor capacidad de descomposición de la materia seca y su menor cantidad de proteína cruda que no se puede digerir, a diferencia de la cascara de papa.

Arce & Castro (2009) investigaron la *Valoración de los pastos naturales deseables, según la digestibilidad y degradabilidad in situ, en alpacas (llama paco)*. Con el propósito de evaluar la digestibilidad y degradabilidad *In situ* se analizaron los pastos naturales preferidos en machos de alpacas de 2 dientes, los cuales fueron fistulados en el primer compartimento; se usaron dos bolsas (repeticiones) por cada animal para cada ciclo de incubación. Las bolsas que contenían tres gramos de muestra con su tamaño de entre 2.5 y 3 mm, se mantuvieron en el rumen durante cuatro ciclos de incubación: 12, 24, 48 y 72 horas. Los resultados mostraron porcentajes de proteína cruda(%), siendo

Alchemilla pinnata (27.92%), *Stipa mucronata* (25.00%), *Stipa ichu* (24.56%), *Muhlenbergia ligularis* (24.54%) y *Calamagrostis vicuniarum* (22.56%); se registraron los más altos porcentajes de degradabilidad efectiva para la FDN en las especies: *Hordeum muticum* (30.85%), *Muhlenbergia ligularis* (28.67%), *Alchemilla pinnata* (27.11%), *Festuca dolichophylla* (25.56%).

Enriquez & Giraldez, (2016) desarrollaron su investigación titulada *Degradabilidad In Situ de los pastos naturales deseables, poco deseables e indeseables en alpacas (Vicugna pacos)- Huancavelica*. El propósito de este estudio es identificar la composición química y la degradabilidad *in situ* de la materia seca, proteína cruda y fibra detergente neutro de diferentes tipos de pastos naturales, ya sean deseables, poco deseables o indeseables. Para ello, se seleccionaron 15 especies de pastos naturales que fueron incubadas en 2 alpacas macho de 2 años con un acceso quirúrgico en el rumen durante periodos de 0, 12, 24, 48, 96 y 105 horas. Los hallazgos sobre la degradabilidad potencial para las especies de pastos que se consideraron deseables en cuanto a materia seca y proteína cruda mostraron que *Carex ecuadorica* alcanzó valores de 89,03 y 91,13% respectivamente. En caso de la fibra detergente neutro de *Carex ecuadorica* presentó un 89,61%. Para los pastos catalogados como poco deseables, se encontraron valores de materia seca y proteína cruda de 84, 87 y 85, 57% en *Margaricarpus pinnatus* y *Calamagrostis brevifolia*, y 87,77 y 87,74% respectivamente. En cuanto a la fibra detergente neutro, *Calamagrostis brevifolia* y *Calamagrostis antoniana* registraron un 85,51 y 87,10%. En relación a los pastos indeseables, el *Astragalus garbancillo* mostró porcentajes de 85,16 y 88,00% para materia seca y proteína cruda, y un 78, 71 y 72, 20% para la fibra detergente neutro en *Astragalus garbancillo* y *Plantago lamprophylla*. Se concluye que la degradabilidad potencial de la proteína cruda en los pastos analizados superó el 70%, mientras que la degradabilidad potencial de la fibra detergente neutro registró un promedio de 60%, a excepción de *Carex ecuadorica*, que alcanzó un 89.61 %, con una parte indigestible del 40% para la fibra detergente neutro.

Carrasco, *et al.* (2022), realizaron su investigación titulada *Cinética ruminal de la degradación del ensilado de avena-follaje de papa conteniendo salvado de trigo en bovinos Brown Swiss*. Se busca analizar la velocidad de degradación en el rumen de la materia seca (MS), la proteína cruda (PC) y la fibra detergente neutro (FDN) del ensilado que combina avena y follaje de papa, en una proporción de 70:30. Este estudio considera cuatro niveles de inclusión de salvado de trigo (0, 10, 20, 30%), basado en la materia seca del material ensilado. Se aplicó un diseño de bloques aleatorios en un esquema factorial de 4 x 6 (niveles, tiempos) con tres repeticiones. Para el experimento se utilizaron tres bovinos de la raza Brown Swiss equipados con fistulas en el rumen. Se incubaron 5 gramos de la muestra en bolsas de nylon durante periodos de 4, 8, 12, 24, 48 y 72 horas. Los resultados indican que la degradación de la MS, PC y FDN siguió un patrón cuadrático, observándose un incremento en su degradabilidad hasta alcanzar un nivel óptimo de inclusión de salvado de trigo del 27.64, 22.64 y 27.80% en el ensilado de avena y follaje de papa después de 48 horas de incubación, respectivamente a excepción de la MS, la degradabilidad potencial y efectiva a tasas de flujo de 2,5 y 8%/h de la PC y FDN en los ensilados estuvo afectada por las cantidades de salvado de trigo. En los ensilados que contenían 10, 20 y 30% de salvado de trigo, se evidenció la degradabilidad potencial de la FDN, se determina que las incubaciones en el rumen de muestras de ensilados de avena y follaje de papa (70:30 %) con adición de diferentes cantidades de salvado de trigo, durante un periodo de 72 horas, son adecuadas para alcanzar los niveles ideales de degradación de la materia seca, la proteína cruda y la fibra detergente neutro.

Maita y Quispe, (2024). En su investigación *Cinética de la degradación ruminal in situ de gramíneas de un ecosistema pajonal en las zonas altoandinas, en alpacas (Vicugna pacos)* que tuvo como objetivo. Evaluar la cinética de la degradabilidad de la materia seca, proteína cruda y fibra detergente neutro de especies de las zonas altoandinas. Se utilizaron 3 alpacas fistuladas de raza huacaya y se procedió a la incubación de muestras en bolsas nylon que contenían 2.500 g de sustrato durante el tiempo de 6, 24, 72 horas. Y como consecuencia,

se noto una variación no significativa ($p \geq 0,05$) entre las diferentes especies de plantas en lo que respecta a la solubilidad de la proteína cruda al tiempo inicial (t_0), con valores que fluctuaron entre 2,11 y 3,69% en las especies vegetales Mli y Sich, respectivamente. Se observó que las degradaciones eran lentas y bajas durante las primeras horas (t_0) de la incubación. A lo largo de las 6 horas siguientes, la descomposición de la proteína cruda se produjo de manera rápida, alcanzando un porcentaje de degradación de 34,98% (Fd); 48,86% (Sob); 30,22% (Csp); 17,36% (Sich) y 29,89% (Mli). De acuerdo con los datos recopilados, se puede indicar que la degradabilidad potencial de estos nutrientes aumentó la forma lineal a medida que pasaba el tiempo. Las especies de plantas afectaron tanto la degradabilidad potencial como la efectiva de la materia seca y la proteína cruda a las tasas de pasaje de 2,5 y 8%/h. Estas tasas tuvieron un impacto en la degradabilidad efectiva de la fibra detergente neutra de las diversas especies vegetales.

2.2. Bases teóricas

2.2.1 Alpaca Raza Huacaya

Perú registraba una población de 3 685 516 de alpacas antes del año 2012 de acuerdo con los datos del INEI. (INEI, 2012). La crianza de estos animales ha representado históricamente una actividad de gran relevancia económica para las poblaciones de las zonas altoandinas, esta se lleva a cabo en altitudes superiores a los 3 500 msnm donde las condiciones climáticas de la puna limitan el desarrollo eficiente de la agricultura y la producción de otras especies pecuarias.

La alpaca es una especie muy importante ya que aporta a producción de fibra destinada al mercado nacional e internacional, así como carne para el consumo local y piel como subproducto (Germaná, et al 2016) y: (Gutiérrez, et al 2019). Asimismo, esta especie desempeña un papel fundamental en el desarrollo económico y cultural de la región andina y del país, destacando su contribución

por la elevada demanda de su fibra en la industria textil y por su alto valor nutricional de su carne (Bustinza, 2001).

2.2.2 Degradabilidad ruminal

a) Definición

En los rumiantes, el alimento se almacena inicialmente en el rumen donde es sometido a mecanismos físicos como la rumia, y la acción degradativa por los microorganismos presentes en el rumen, después de un período de residencia, salen del rumen a través de la red reticular. El aprovechamiento de los nutrientes de los alimentos por los rumiantes, especialmente en el caso de forrajes y pastos, depende de estos procesos. Comprender la cinética de la digestión ruminal y la dinámica del tránsito del alimento en el rumen puede ayudar a desarrollar estrategias de gestión alimentaria para mejorar la producción de rumiantes. (Enriquez & Giraldez, 2016).

Según Ceconi (2004), la degradabilidad hace referencia a los procesos que sucede en el en el primer compartimento digestivo, evaluando a través de la cantidad de material que desaparece de él en un período de tiempo determinado como consecuencia de la degradación química y biológica, influenciada por la actividad metabólica de los microorganismos presentes.

La degradabilidad se refiere a los procesos que ocurren en el rumen, se avalúa mediante la cantidad de material que desaparece en un tiempo determinado es el resultado de la acción de la descomposición microbiana (Ayala, et al, 2003). Por otro lado, la tasa de descomposición de los alimentos expresa la cantidad de sustrato que puede degradarse de una fracción específica. Para estimar la tasa de degradación de una fracción, es necesario contar con una descripción matemática de su desaparición a lo largo del tiempo, para ello, se emplean ensayos de

fermentación *in situ* a intervalos predeterminados que varían según el tipo de alimento y de la fracción cuya tasa de degradación se desea estimar. (Van Soest, Fox, & Sniffen, 1982).

Las proteínas consumidas por los rumiantes son descompuestas en gran medida por microorganismos en el rumen. Varias bacterias, protozoos y hongos anaeróbicos participan en esta actividad proteolítica produciendo diversas proteasas, peptidasas y desaminasas (Wallace, 1996).

b) Importancia de la degradabilidad ruminal

La importancia de evaluar la degradabilidad ruminal de especies de piensos y concentrados es que proporciona información esencial para la elaboración de tablas de composición de piensos, lo cual es fundamental en la formulación de piensos para animales. (Veloso, et al, 2000).

Los pastos desempeñan un rol esencial en la alimentación animal, ya que constituye una fuente de energía de bajo costo y aportan la fibra necesaria para el funcionamiento del rumen entre otros beneficios. Por esta razón, la formulación de dietas requiere un conocimiento preciso de los requerimientos nutricionales, la cantidad de nutrientes consumidos, así como de la composición química, degradabilidad y digestibilidad de la materia seca y de los distintos nutrientes, lo que resalta su importancia (Carvalho, et al, 2006).

Cuanto mayor sea la proporción de alimento en la dieta del animal, más se degradará la parte de fibra del alimento. Por otro lado, la energía obtenida en el rumen como resultado de la descomposición de la celulosa y hemicelulosa constituye el mayor consumo de alimento. (Souza, et al, 2000).

c) **Degradabilidad ruminal *in situ* (Método de las bolsas de nylon)**

Características:

La utilización de la técnica del uso de bolsas de nylon para la evaluación de la degradación ruminal de los alimentos, lo cual consiste en incubar las muestras en bolsas de material sintético resistente a la degradación en el rumen. Bajo este enfoque, se asume que la fracción que desaparece de las bolsas corresponde a la porción degradable del alimento, mientras que el residuo retenido representa la fracción no degradable Orskov (1980).

El método de las bolsas de nylon, también conocido como técnica Mehrez – Orskov, emplea animales con fistula ruminal, a través de la cual se introducen bolsas que contienen las muestras de alimento. Estas permanecen en el rumen durante un periodo que puede variar desde horas hasta días, permitiendo que los nutrientes degradados atraviesen los poros del material. Posteriormente, las bolsas son retiradas y la degradabilidad ruminal se termina mediante la diferencia entre la cantidad inicial de alimento y el residuo recuperado.

La degradabilidad de cada nutriente depende de su solubilidad (fracción A), de la tasa de degradación de la fracción insoluble (fracción B) y del tiempo de permanencia en el rumen, el cual es inversamente proporcional a la velocidad del tránsito ruminal. En este contexto, la degradabilidad efectiva (D_e) de cada nutriente se estima mediante la expresión: $D_e = A + B \times c / (c + k)$ donde A representa la fracción soluble, B la fracción potencialmente degradable, c tasa de degradación y k la tasa de pasaje o tránsito ruminal (Fernandez, 2018).

Los alimentos consumidos por los animales desaparecen en el tracto gastrointestinal como resultado de los procesos de digestión, absorción. En consecuencia, la degradación que experimenta un alimento en un

compartimento específico o a lo largo de todo el tracto digestivo está determinada por la interacción de estos procesos (Van Soest, Fox, & Sniffen, 1982).

La técnica “*in situ*” implica colocar una determinada cantidad de muestra en una bolsa, asegurándose de que esté bien sellada, y colocarla en el rumen de un animal con fístula durante un determinado tiempo. Esto nos permite determinar la cantidad de muestra digerida y la velocidad de fermentación. Se utiliza principalmente cuando se necesita información sobre el efecto de las condiciones del rumen en la digestión de un número limitado de muestras.

La tasa de descomposición de los alimentos se define como la cantidad de sustrato que puede degradarse por unidad de tiempo. Para estimar la tasa de degradación de una fracción específica, es necesario contar con una descripción matemática de la desaparición a lo largo del tiempo, para ello se emplean ensayos de fermentación *in situ* a intervalos predeterminados que varían dependiendo del tipo de alimento y de la fracción cuya tasa de degradación se desea estimar refiere (Van Soest, Fox, & Sniffen, 1982).

La evaluación del valor nutritivo de los alimentos se lleva a cabo mediante el uso de material sintético como la bolsa dracon o nylon (bolsas ruminales), lo que constituye una herramienta eficaz para la evaluación inicial de los alimentos y poder comprender los procesos de degradación y fermentación que tiene lugar en el rumen (Orskov E. , 1980).

– **Factores que afectan la degradabilidad *in situ***

Uden y Van Soest (1984) analizaron las principales fuentes de variación en a la estimación de la degradabilidad de la materia seca

(MS) y de la proteína bruta (PB) identificado como más relevantes las siguientes:

- Tamaño de poro de la bolsa.
- Tamaño de partícula de la muestra (grado de molido).
- Relación entre la cantidad de la muestra y tamaño de la bolsa.
- Secuencia de la introducción de las bolsas al rumen.
- Posición de las bolsas en el rumen.
- Tiempo de incubación ruminal de las bolsas.
- Uso de repeticiones.
- Variaciones debidas a periodos y animales.
- Dieta de los animales.

La capacidad de descomposición variará dependiendo del alimento y/o del animal que lo consume, siendo la avena y la cebada probablemente las más difíciles de digerir debido a su alto contenido de fibra y a la presencia de microorganismos en el rumen menciona (Shimada, 2003).

Vilca, (1993) manifiesta lo siguiente:

- La capacidad de digestión varía de acuerdo a la especie animal, estado de salud y trabajo.
- Las edades del animal afectan al factor de degradabilidad
- La determinación de los nutrientes de los alimentos varia o son afectados por los métodos de análisis utilizados.

– **Degradabilidad potencial**

La suma de las partes solubles y potencialmente degradables de un alimento. El concepto de degradación potencial fue introducido por Wilkins (1969) y se define como el grado de descomposición de los alimentos en un ecosistema de rumiantes en las condiciones actuales y sin limitaciones de tiempo de residencia.

No hay un consenso sobre el tiempo de incubación necesario para evaluar el potencial de degradabilidad de la materia seca, de los componentes de la pared celular u otras fracciones. Se ha sugerido que, los valores potenciales de degradación se alcanzan después de 48 a 120 horas (Smith et al., 1971).

– **Degradabilidad efectiva**

La degradabilidad efectiva representa la degradación potencial (a+b) corregida por la tasa de pasaje (k). Corresponde a la suma de la fracción soluble y a la fracción potencialmente degradable que realmente es degradada, considerando la velocidad de degradación y el tiempo que permanece el alimento en el rumen (Orskov & McDonald, 1979).

La evaluación de la degradabilidad efectiva (DE) es el cálculo más significativo en los estudios de dinámica del rumen, ya que determina qué fracción de nutrientes se degrada en el rumen y cuál no. Este parámetro debe evaluarse correctamente para garantizar una nutrición adecuada y una mejor utilización de los nutrientes en los rumiantes.

– **Materia seca (MS)**

Materia seca (MS) también conocida como extracto seco, pertenece a la fracción que permanece luego de eliminar el contenido de agua

mediante un proceso de secado en condiciones controladas en el laboratorio. Para analizar esta fracción se divide convencionalmente en materia orgánica e inorgánica (Felipe & Matos, 2019).

Es igual al 100% menos el porcentaje de agua en la muestra y refleja todos los nutrientes de la muestra como, proteínas, fibra, grasa, minerales, etc. Teniendo en cuenta lo anterior, todas las interpretaciones de las mediciones nutricionales deben basarse en la materia seca, ya que en última instancia contiene los nutrientes consumidos por el animal (Melendez, 2015).

El contenido de humedad (agua) de una muestra puede eliminarse por evaporación por la aplicación de calor o secado por congelación. El material que resta de este proceso de secado es expresado como el porcentaje de materia seca (MS) o materia seca parcial cuando se realiza un secado incompleto con la intención de preparar la muestra para un análisis químico e impedir que se deterioren sus componentes (Barreto, 2010).

– **Proteína cruda (PC)**

La proteína cruda está formada tanto por proteína verdadera, compuesta por aminoácidos organizados en cadenas polipeptídicas, como por compuestos de nitrógeno no proteico entre los que se incluyen amidas, nitratos, urea, algunas vitaminas, urea, y aminoácidos libres. Este método de análisis se basa en la cuantificación del nitrógeno presente en el alimento. El cual se multiplica por el factor 6.25 para estimar el contenido de PC (McDonald, Edwards, & Greenhalgh, 2011).

La proporción entre el peso total de una proteína y su contenido en nitrógeno se mantiene prácticamente constante, con un valor de 6,25, ya que las proteínas contienen aproximadamente 16% de nitrógeno.

Por esta razón es posible estimar la cantidad de proteína a partir de nitrógeno determinado por el ejemplo mediante el método Kjeldahl y multiplicándolo por el factor 6,25 (Barreto, 2010).

Los aminoácidos son los mecanismos básicos de las proteínas. Hay 20 tipos de aminoácidos, cada uno de los cuales contiene carbono, hidrógeno, oxígeno y nitrógeno y tiene una estructura determinada. Las cadenas cortas de aminoácidos (menos de 100) se denominan péptidos. Las plantas pueden sintetizar todos los aminoácidos que necesitan a partir del nitrógeno inorgánico, como los nitratos, del suelo. El cuerpo del animal puede sintetizar aproximadamente la mitad de los aminoácidos que necesita, la otra mitad no puede sintetizarse y debe obtenerse a través de la dieta. La combinación de aminoácidos necesaria para formar una proteína determinada está regulada con mucha precisión por el código genético ubicado en el núcleo de cada célula del cuerpo. (Lehninger, Nelson, & Cox, 2005).

Los compuestos nitrogenados no proteicos (NPN), como la urea y las sales de amonio, son ricos en nitrógeno, pero no aportan directamente aminoácidos. En los rumiantes, los microorganismos del rumen pueden metabolizar el nitrógeno no proteico y convertirlo en aminoácidos para su propio crecimiento. Las proteínas microbianas, así como las proteínas de la dieta que no se descomponen en el rumen, se digieren en el intestino delgado (proteínas metabolizables). De esta forma, el animal absorbe y utiliza los aminoácidos liberados (Stryer, Berg, & Tmoczko, 2003).

2.2.3 Ensilado Cebada

Sánchez (2000) mencionó que la cebada (*Hordeum vulgare*) es comúnmente utilizada como alimento, y actualmente en los países desarrollados, el 77.5% de su producción se destina al consumo ganadero, mientras que el resto se utiliza para la elaboración de cerveza. Se caracteriza por tener granos de

color amarillo medio, mazorcas compactas, un período de crecimiento de aproximadamente 150 días y puede usarse como alimento.

La cebada crece en una gama más amplia de entornos que otros cereales. En comparación con otros cereales, la mayor parte de la cebada se cultiva en zonas con climas menos favorables, y sólo es superada por el trigo en términos de distribución, aunque la cebada está mejor adaptada a las condiciones del clima y del suelo que el trigo en zonas climáticas similares (Lopez, 1991).

Según Muñoz (2007), la cebada es una especie que presenta tolerancia a condiciones climáticas extremas y se caracteriza por tener un ciclo vegetativo corto. Estas características le permiten desarrollarse en ambientes adversos donde otras gramíneas no logran adaptarse adecuadamente.

La cebada se puede utilizar como alimento para animales tanto en forma de grano como de ensilaje. Se utiliza ampliamente en la alimentación de ganado vacuno, porcino y aves de corral y como base principal de piensos equilibrados. Por lo tanto, nuestro objetivo fue evaluar la degradación de un nuevo alimento alternativo en la alpaca, ya que también pertenece a la familia de los rumiantes.

Tabla 1: Valor nutricional de ensilaje de cebada

<i>Ensilaje de cebada</i>	<i>Proteína (%)</i>	<i>Materia seca (%)</i>	<i>FDN (%)</i>	<i>pH</i>
	8.02	46.64	50.12	4.37

Fuente: INIA-La Estanzuela, (2004).

2.2.4 Follaje de papa

En las zonas altoandinas de nuestra región el cultivo de papa se da aproximadamente en 170 000 hectáreas al año, de las cuales se obtienen

grandes cantidades de follajes las cuales no se utilizan y se dejan secar para ser quemadas cuando estén secas (Pastrana, Cuesta, & Duran, 1993).

Cuando se almacenan adecuadamente, las hojas son un alimento importante para los rumiantes porque están húmedas y pueden ser consumidas por ellos en forma de ensilaje. Su recolección no perjudica el crecimiento de los tubérculos, ya que al cosechar las papas se cortan las hojas. (Pastrana, Cuesta, & Duran, 1993).

Pastrana et al (1993) concluyeron en su artículo científico que la composición nutricional del ensilaje de hojas de papa para ovejas es óptima, pero el contenido energético es ligeramente menor. A pesar de la alta solubilidad de las proteínas, que facilita su degradación en el rumen, muy poca proteína llega al intestino delgado. También mencionaron que el consumo de materia seca de las hojas de papa es mayor (66 a 75 kg) en comparación con otras hierbas y aumenta levemente, pero no significativamente, cuando se suplementa como se hizo en este experimento.

Al mejorar la composición química de la dieta, los nutrientes solubles quedan disponibles para el crecimiento microbiano, lo que ayuda a mejorar el índice de digestibilidad de la materia seca, aumentando así la digestibilidad aparente de la materia seca (Pastrana, Cuesta, & Duran, 1993)

Este producto beneficiaría a los productores de la zona andina del país y sería una opción de alimentación en la escasez de pastos naturales en los tiempos de sequía. Este proyecto pretende valorar el follaje de papa como alimento para alpacas, en el presente estudio se pretende determinar la degradabilidad efectiva y potencial de este alimento.

Tabla 2 : Valoración nutricional de los microsilos de follaje de papa

Variable	MS	PT	PS	FDN	pH
V. P pastusa	20 5b	24 0a	72 8 ^a	39 5 ^a	4 5b
V. D Monserrate	25 6a	13 6 ^a	74 7 ^a	42 0a	4 9 ^a
P. 24 horas	20 2b	13 7 ^a	73 7 ^a	41 4 ^a	4 6 ^a
P. 48 horas	24 0a	13 9 ^a	73 1 ^a	40 0b	4 7 ^a

Fuente: Pastrana, Cuesta, & Duran (1993)

2.2.5 Afrecho de Trigo

Según Cuellar (2021), el trigo constituye una materia prima ampliamente empleada a nivel mundial en la alimentación y producción animal, debido a su valor tanto nutricional como económico.

Los cereales son una de las principales fuentes de energía y nutrición para los animales y los seres humanos y se han utilizado durante siglos. Entre los cereales, el trigo es uno de los más importantes del mundo. El producto principal del trigo es la harina y los subproductos son el salvado y el germen. (Cuellar, 2021).

Este cereal como el trigo sin duda es una importante fuente de alimento para animales rumiantes. Por un lado, si se cultiva y cultiva en las condiciones adecuadas, tiene un alto contenido de proteínas, de hasta un 18%. El alto contenido de proteínas y el alto valor energético hacen del trigo una buena alternativa para la alimentación de los rumiantes. Por otro lado, es rico en fibra, lo que ayuda al proceso digestivo en los rumiantes. Sin embargo, se reconoce que el trigo suministrado es bajo en lignina y alto en azúcar, por lo que su consumo debe ser limitado. (Cuellar, 2021).

La ingesta máxima de trigo para rumiantes es de 4 kg/día, dividida en varias dosis para prevenir la acidosis ruminal. Debido a que el almidón es el principal componente de carbohidratos del trigo, la tasa de fermentación del

trigo en los rumiantes es muy alta, incluso mayor que la del maíz. Además, se recomienda que el trigo añadido al alimento esté seco y bien molido para mejorar la absorción de nutrientes. (Cuellar, 2021).

Tabla 3: Valores máximos de trigo en la dieta de rumiantes. Tomado de (De Blas, et. al., 2019).

Etapa productiva de rumiantes	Porcentaje máximo de trigo en la dieta (%)
Recría	30
Vaca de lechería	25
Vaca de carne	35
Terberos de levante	20
Ovejas	30
Ovejas en cebo	20

2.2.6 Tiempo de incubación

Según Orskov y McDonal 1979, el tiempo de incubación es un factor que varía de acuerdo al material que se esté incubando, Aquino (1996) hace referencia a la importancia de establecer el tiempo de incubación de acuerdo con los objetivos de la investigación, por lo que no es posible generalizar la duración que un alimento debe permanecer en el rumen. Este aspecto debe considerarse en los estudios que emplea la técnica de degradación ruminal *in situ*.

2.3. Hipótesis

2.3.1. Hipótesis general

H₀: La degradabilidad ruminal *in situ* del ensilado de cebada en alpacas no difiere entre los niveles de inclusión de follaje de papa y afrecho de trigo en alpacas.

H₁: La degradabilidad ruminal *in situ* del ensilado de cebada en alpacas sí difiere entre los niveles de inclusión de follaje de papa y afrecho de trigo en alpacas.

2.3.2. Hipótesis específica

H₀: La degradabilidad potencial y efectiva de MS del ensilado de cebada, no difiere entre los niveles de follaje de papa y afrecho de trigo en alpacas.

H₁: La degradabilidad potencial y efectiva de MS del ensilado de cebada, difiere entre los niveles de follaje de papa y afrecho de trigo en alpacas.

H₀: La degradabilidad potencial y efectiva de PC del ensilado de cebada, no difiere entre los niveles de follaje de papa y afrecho de trigo en alpacas.

H₁: La degradabilidad potencial y efectiva de PC del ensilado de cebada, difiere entre los niveles de follaje de papa y afrecho de trigo en alpacas.

2.4. Definición de términos

Los aminoácidos esenciales: En animales son aquellos compuestos que el organismo animal no puede sintetizar y, por lo tanto, deben obtenerse a través de la dieta. Estos son fundamentales para la formación de proteínas y para múltiples funciones vitales, como la producción de enzimas y hormonas, la regeneración de tejidos y el transporte de nutrientes. La lista de aminoácidos esenciales puede variar ligeramente según la especie, pero comúnmente incluye la histidina, isoleucina, leucina, lisina, metionina, fenilalanina, treonina, triptófano y valina (Gutiérrez, 2020).

Cinética ruminal: La cinética ruminal se centra en cómo los alimentos se degradan y fermentan dentro del rumen, considerando tres fracciones: digestible, potencialmente digestible e indigestible. La desaparición de estas fracciones se modela frecuentemente mediante cinética de primer orden, donde la constante de

digestión (kd) representa la velocidad fraccional de degradación por hora. (Carvalho, et al, 2006).

Degradabilidad: propiedad de una sustancia o material inorgánico de descomponerse en sus componentes no bajo la influencia de factores biológicos, sino bajo la influencia de factores ambientales, como la lluvia, la luz solar, el viento, etc. (Ayala, et al, 2003).

Degradabilidad efectiva: se define como la degradación potencial (a+b) ajustada en la función de pasaje (k) de acuerdo con lo propuesto por Orskov & McDonald (1979). En este contexto, las tasas de pasaje de los sólidos en el rumen suelen considerarse de 2%/h, 5%/h, y 8%/h, las cuales corresponden a condiciones de mantenimiento y a niveles productivos moderados y altos, respectivamente, según AFRC (1993).

Degradabilidad potencial: es la suma de los parámetros de degradación “a” y “b”. La fracción “a” corresponde a la porción soluble en agua del alimento, también denominada degradación inicial (%), mientras que la fracción “b” representa la porción potencialmente degradable, es decir, aquella que puede ser degradada por la acción de los microorganismos a lo largo del tiempo (t), conocida también como degradación máxima (%) (Orskov & McDonald, 1979).

Fibra detergente neutra: se define como la fracción estructural de la pared celular vegetal, compuesta principalmente por celulosa, hemicelulosa y lignina.

Fistula: Es una conexión anormal entre un órgano, un vaso o el intestino y otra estructura. Generalmente, se origina como consecuencia de lesiones o intervenciones quirúrgicas, aunque también puede desarrollarse a partir de procesos infecciosos o inflamatorios (Ayala, et al, 2003).

In Situ: es una expresión de origen latino que significa “en el sitio” o “en el lugar” y se emplea comúnmente para describir un fenómeno observado directamente en

su entorno natural o en una intervención realizada en el mismo lugar (Van Soest, Fox, & Sniffen, 1982).

Materia seca: eliminación del contenido de humedad de una muestra, ya sea por evaporación a través de calor o por secado mediante congelación. El residuo resultante tras este proceso se expresa como porcentaje de materia seca total. Asimismo, cuando se realiza un secado parcial con el propósito de preparar la muestra para su análisis químico y evitar la alteración de sus componentes, se denomina materia seca parcial (Barreto, 2010).

Metodología de Van Soest (sistema detergente): conocida como sistema detergente, permite fraccionar la materia seca de los alimentos en componentes con mayor afinidad bioquímica en comparación con los métodos tradicionales de fibra cruda y extracto libre de nitrógeno. Asimismo, se ha demostrado que estas fracciones poseen un mayor significado biológico y nutricional, lo que ha permitido mejorar la predicción del valor nutritivo de los alimentos e incluso estimar ciertos indicadores del desempeño animal a partir de un alimento determinado (Van Soest, Fox, & Sniffen, 1982).

Proteína cruda: contenido proteico de un alimento determinado mediante análisis químicos basados en la cuantificación de nitrógeno. Por otro lado, el valor biológico de las proteínas se define como su capacidad de aportar aminoácidos esenciales en las proporciones adecuadas, necesarias para el mantenimiento animal y para satisfacer las distintas demandas productivas. Este concepto se asocia directamente con la calidad proteica (Machaca, 2009).

Residuo: materiales generados a partir de actividades de producción y consumo que no poseen un valor económico aprovechable. En este contexto, los residuos agrícolas corresponden a restos de cosechas y sus derivados, caracterizándose por ser abundantes, dispersos y de difícil manejo y control (Navarro, Moral, Gomez, & Mataix, 2005)

Rumen: también denominado panza, es una de los compartimentos del sistema digestivo de los rumiantes. Se localiza en la cavidad abdominal, entre el diafragma y la pelvis, y se encuentra en comunicación directa con el esófago. Funciona como una cámara fermentativa pregástrica, caracterizada por presentar un epitelio no secretor, a diferencia del abomaso el estómago verdadero de los rumiantes que pódese una mucosa de tipo secretor (Contreras, et al, 2021).

Tasa de pasaje: cantidad de digesta, expresada en peso o proporción, que transita por un punto específico del tracto digestivo en un intervalo de tiempo (Kotb y Luckey, 1972).

Significado biológico-nutricional: Toma referencia al proceso del organismo asimilando los alimentos y líquidos para la obtención de energía, para mantener las funciones vitales del organismo vivo, también refiere al estudio de la relación entre los alimentos y salud según definición de Lavoiser y la FAO. Mencionando que la nutrición no solo implica ingesta sino también la absorción de los nutrientes por parte del organismo.

2.5. Identificación de variables

2.5.1. Variable dependiente:

Degradabilidad ruminal:

Degradabilidad potencial y efectiva de la materia seca (DMS)

Degradabilidad potencial y efectiva de la proteína cruda (DPC)

2.5.2. Variable independiente:

Nivel 1: Ensilado de cebada 100%.

Nivel 2: Ensilado de cebada 90% y 5% de follaje de papa + 5% afrecho de trigo (10%).

Nivel 3: Ensilado de cebada 80%, 10% follaje de papa y 10% afrecho de trigo (20%).

Nivel 4: Ensilado de cebada 70%, 15% follaje de papa + 15% afrecho de trigo (30%).

2.6. Operacionalización de variables e indicadores

Tabla 4: Operacionalización de variables e indicadores

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala
Variable dependiente					
Degradabilidad de la materia seca (DMS)	Porcentaje de materia seca del ensilado que es degradada en el rumen en la técnica in situ a un tiempo de incubación.	% pérdida de MS medida en bolsas in situ en distintos tiempos de incubación (ver tiempos sugeridos)	Degradabilidad potencial MS	Porcentaje: (%)	Razón
			Degradabilidad efectiva MS		
Degradabilidad de la proteína cruda (DPC)	Porcentaje de proteína cruda del ensilado que es degradada en el rumen en la técnica in situ a un tiempo de incubación.	% pérdida de proteína cruda en bolsas in situ en los mismos tiempos de incubación.	Degradabilidad potencial PC	Porcentaje: (%)	Razón
			Degradabilidad efectiva PC		
Variable independiente					
Niveles	Proporción de mezcla compuesta por follaje de papa + afrecho de trigo incorporada al ensilado de cebada.	4 niveles experimentales aplicados al ensilado de cebada:	Nivel 1 = 0%; Nivel 2 = 10%; Nivel 3 = 20%; Nivel 4 = 30% (expresado como % en base materia seca del ensilado).	% DMS degradada	Razón
				% DPC degradada	

Elaboración propia.

CAPÍTULO III

MATERIALES Y METODOS

3.1. Ámbito temporal y espacial

El presente Proyecto se ejecutó en dos ambientes las cuales fueron:

- El bioterio de laboratorio de nutrición y evaluación de alimentos en la cual se encuentran las alpacas fistuladas en ambientes separados en condiciones óptimas para el desarrollo de la parte experimental de la toma de muestra.
- El laboratorio de nutrición y evaluación de alimentos donde se desarrolló el procesamiento de las muestras para la obtención de los datos.

3.2. Tipo de investigación

El tipo de investigación aplicado en el presente trabajo, fue de tipo aplicado, ya que el objetivo principal fue resolver ciertos problemas identificados en el contexto, por lo tanto, los resultados obtenidos fueron prácticos e inmediatos (Hernández, 2014).

3.3. Nivel de investigación

El estudio fue de nivel experimental porque las variables fueron manipuladas por los investigadores lo cual se orientó a la prueba de hipótesis es decir las variables independientes se vieron expresadas en la variable dependiente (Sabino, 2012).

3.4. Método de investigación

El metodo fue científico porque los resultados obtenidos siguieron una secuencia lógica direccionandose a la objetividad de nuestro estudio (Iglesias, 1981).

3.5. Diseño de investigación

La investigación corresponde a un enfoque cuantitativo de tipo experimental y de nivel explicativo, debido a que se manipula la variable independiente (niveles de follaje de papa y afrecho de trigo: 0, 10, 20 y 30%) para evaluar su efecto sobre la degradabilidad de la materia seca y de la proteína cruda en el ensilado de cebada en alpacas.

Se empleó el Diseño de Bloques Completamente al Azar (DBCA), con arreglo factorial (4×4), considerando cuatro niveles de inclusión de follaje de papa y afrecho de trigo, y cuatro tiempos de incubación (0, 12, 48 y 72 horas), con la finalidad de controlar la variabilidad entre los bloques experimentales. El modelo matemático a utilizar fue:

$$Y_{ijk} = \mu + B_i + A_j + T_k + (AT)_{jk} + \varepsilon_{ijk}$$

donde:

Y_{ijk} : Observación de la variable respuesta (degradabilidad de MS, PC)

μ : Media general de los factores analizados.

B_i : Efecto del bloque i (3 alpaca)

A_j : Efecto del factor A (niveles de follaje de papa y afrecho de trigo)

T_k : Efecto del factor B (tiempos de incubación)

$(AT)_{jk}$: Interacción entre nivel de follaje de papa y afrecho de trigo y tiempo de incubación.

ε_{ijk} : Error experimental

Los parámetros de cinética de degradación ruminal de la MS y PC fueron calculados mediante la ecuación propuesta por Orskov & McDonald (1980):

$$\text{Deg} = a + b \times (1 - e^{-c \cdot t})$$

Dónde:

Deg = representa la degradabilidad o desaparecimiento del nutriente (MS o PC) del alimento (%)

a = es la fracción del alimento soluble en agua en el tiempo cero (%)

b = es la fracción insoluble en agua, pero potencialmente degradable en determinado tiempo (%)

c = es la tasa de degradación potencialmente degradable (b)

t = es el tiempo de incubación (horas); $a + b \leq 100$.

Los parámetros no lineales a, b y c fueron estimados con el aplicativo Solver de Microsoft Excel. La degradabilidad efectiva de la MS (DEMS) y de la PC (DEPC) y en el rumen se calculó por intermedio de la ecuación de Orskov & McDonald (1979):

$$\text{De} = a + (b \times c / c + k)$$

Dónde: k = es la tasa estimada de pasaje de las partículas en el rumen y los demás parámetros fueron descritos en la ecuación anterior.

La degradabilidad efectiva de las variables analizadas (MS y PC) se estimaron para cada alimento, considerándose la tasa de pasaje de sólidos por el rumen de 5%/h, que puede ser atribuido en el nivel de consumo alimenticio medio, según (AFRC, 1993).

La información referente a la degradabilidad *in situ* de los tratamientos fueron sometidos a análisis de varianza por el procedimiento GLM del programa estadístico SAS, versión 9.2 para Windows® (SAS, 2008), considerándose animal, periodo, tratamiento, tiempo de incubación e interacción tratamiento x tiempo de incubación. Además, se realizó pruebas de regresión (lineal, cuadrática y cubica) por medio de polinomios ortogonales.

3.6. Población, muestra y muestreo

3.6.1. Población:

La cebada, el follaje de papa y el afrecho de trigo se utilizaron de acuerdo con los tratamientos y sus respectivas repeticiones, empleándose 170 kg de cebada, 15 kg de follaje de papa y 15 kg de afrecho de trigo, lo que representó un total de 200 kg de material experimental o población.

El corte de la cebada y follaje de papa se realizó aproximadamente a los 5 meses de crecimiento, siendo posteriormente picados a un tamaño entre 2.5 y 3.5 cm mediante el uso de una picadora estacionaria marca Retsch.

3.6.2. Muestra:

El tamaño de muestra para el análisis de laboratorio para determinar la MS y PC alrededor de 500g de ensilado de cebada, 500g follaje de papa y 500g afrecho de trigo.

El tamaño de muestras del ensilado de cebada con niveles de follaje de papa y afrecho de trigo, se tomó 500g por cada nivel.

3.6.3. Muestreo:

Se realizó un muestreo no probabilístico por conveniencia lo cual permitió dirigir la investigación en función a la necesidad del estudio.

3.7. Técnicas e instrumentos para recolección de datos

3.6.1 Técnica

Observación.

3.6.2 Instrumento

Registro de datos de ensilado.

Registro de datos de residuos de cosecha.

Registro de datos de residuos agroindustriales.

3.6.3 Equipos

Estufa (secado de muestras)

Equipo Leco (análisis de nitrógeno)

3.8. Técnicas de procesamiento y análisis de datos

3.8.1 Para el análisis de datos

Para poder determinar la Materia Seca AOAC (1990)

Para poder determinar la Proteína Cruda DUMAS

3.8.2 Procesamiento de recolección de datos

a A nivel de campo

Para la obtención del ensilado

Corte: el corte del follaje de papa se realizó a los 5 meses de crecimiento, la cebada forrajera se realizó el corte en su etapa fenológica de grano lechoso (antes de la floración).

Picado: el picado se realizó con la maquina picadora de marca Retsch de 2.5-3.5 cm de tamaño para el ensilado.

Afrecho de trigo: se agregó en diferentes niveles de acuerdo a los tratamientos y repeticiones.

Llenado en micro silos: después de realizar las mezclas de follaje de papa, cebada forrajera y afrecho de trigo, se realizó el relleno de los micro silos en forma manual, utilizando la cantidad de 1 kg por cada unidad experimental.

Compactado del forraje: antes de introducir el forraje picado a los micro silos se procedió a rotular con los tratamientos y repeticiones correspondientes, luego separamos cada uno de estos y se procedió con la compactación utilizando una madera con el objetivo de eliminar el aire del interior de los micro silos.

Sellado en mini silos: una vez llenado los micro silos, todas ellas fueron cerrados.

Almacenado de los micro silos: el almacenamiento se realizó en el laboratorio de Nutrición y Evaluación de Alimentos (LUNEA), se almacenaron en un lugar fuera del alcance del sol en posición vertical por un tiempo de 30 días.

Apertura de los micro silos: se abrió los micro silos, después de 30 días de ensilado en el laboratorio de Nutrición y Evaluación de Alimentos (LUNEA), luego fueron analizados y procesados la composición química de cada muestra.

Para la degradabilidad *in situ*

Para la evaluación de la degradabilidad, las bolsas de nylon (5*10 cm y 50 μ m de tamaño de poro) fueron identificadas con tinta resistente al agua según los tratamientos de estudio. Posteriormente, se secaron en una estufa de ventilación forzada a 65°C durante 12 horas, y se colocaron en un desecador por 0.5 horas y se pesaron.

A continuación, se introdujeron 2.500 g de muestra en cada bolsa, las cuales fueron debidamente amarradas y aseguradas para evitar salida de muestra. Seguidamente, se sometieron nuevamente a secado en estufa de 65°C durante 24 horas, se colocaron en el desecador por 0.5 horas y se tomó apunte de su peso. Finalmente, la materia seca se determinó mediante diferencia de peso.

Para la incubación las bolsas fueron sujetadas a una cuerda de algodón u suspendidas mediante un hilo de nylon a través de la cánula ruminal. Una vez introducidas en el rumen, cada bolsa fue retirada en los tiempos previamente establecidos. Las bolsas correspondientes al tiempo 0 horas no fueron incubados, sin embargo, se sometieron al mismo procedimiento de lavado que las demás muestras.

Tras su retiro del rumen, las bolsas fueron colocadas en un recipiente con agua y posteriormente lavados cuidadosamente hasta eliminar todas las partículas adheridas en la parte externa de la bolsa, obteniendo un agua clara y libre de material suspendido. Finalizado este proceso, las bolsas se secaron en una estufa de ventilación forzada a 65°C durante 24 horas; luego, se colocaron en un desecador por 0.5 horas y finalmente se pesaron (tara + residuo), la determinación del peso seco del residuo se realizó por diferencia.

b A nivel de laboratorio

Análisis de MS: Se determinó humedad donde sigue la relación siguiente: $100 - MS = \text{humedad}$.

El ensilado fresco fue introducido en sobres manila con capacidad de 300 g, previamente identificados mediante rotulación. Luego, las muestras fueron expuestas a una temperatura de 65°C durante un periodo de 48 horas. Este proceso corresponde a la etapa de predeshidratación, y el peso obtenido al término del mismo se denomina MSA (materia seca al ambiente).

Posteriormente, se tomó una muestra del forraje previamente molido. Con ayuda de una balanza analítica, se pesaron las muestras, se introdujo en una estufa y se mantuvo durante 24 horas a una temperatura de 105°C. finalizado este proceso, se registró el peso final y se procedió a la aplicación de la fórmula:

$$\%MS = (MSE \times MSA) / 100$$

Donde:

%MS: Materia seca, MSE: Materia seca a la estufa y MSA: Materia seca al ambiente.

Análisis de PC: La determinación de proteína cruda se procedió de la siguiente manera: Se pesó 0.045 gramos de las muestras en tin foils (Papel de estaño). Se utilizó la balanza analítica conectada al equipo leco para el respectivo análisis. El equipo Leco realizó el análisis de nitrógeno. El software del equipo calculó la proteína con el factor 6.25.

Se envió la muestra a análisis del pc. Transcurridos 3 minutos aproximadamente se obtuvo el resultado de nitrógeno. Que es multiplicado con el factor 6.25, factor para forrajes y/o ensilados.

Los parámetros de degradación de la MS y PC se obtuvieron ajustando los datos a la ecuación descrita por Orskov & McDonald (1979):

$$\text{Deg}(t) = a + b \times (1 - \exp(-c \times t))$$

Donde:

Deg(t) = representa la cantidad degradada o desaparecimiento del nutriente (MS, o PC) (%) del alimento en el tiempo (t)(%)

a = es la fracción del alimento soluble en agua en el tiempo cero (degradación inicial, %)

b = representa la fracción potencialmente degradable y expresa la fracción que fue degradada en el tiempo (t) (fracción degradada por los microorganismos, degradación máxima, %)

c = es la tasa de degradación en la cual la fracción b será degradada cada hora (%/hora);

t = es el tiempo de incubación en el rumen (horas)

\exp = base de los logaritmos naturales; $a + b \leq 100$.

Los parámetros no lineales a , b y c serán estimados con el aplicativo Solver de Microsoft Excel.

La degradabilidad efectiva, que corresponde a la degradación potencial ($a + b$) ajustada por la tasa de pasaje (k), serán estimadas la degradabilidad efectiva de la MS (DEMS) y PC (DEPC) en el rumen mediante la ecuación de Orskov & McDonald (1979):

$$De = a + [(b \times c) / (c + k)].$$

Dónde:

k = es la tasa estimada de pasaje de las partículas en el rumen y los demás parámetros fueron descritos en la ecuación anterior.

La DEMS y DEPC fueron estimadas para los niveles, teniendo en cuenta las tasas de pasaje de sólidos en el rumen de 2 %/h, 5 %/h y 8 %/h, correspondientes a mantenimiento y niveles productivos moderados y altos, según (AFRC, 1993).

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Presentación e interpretación de datos

4.1.1. Evaluación de la degradabilidad potencial y efectiva de la Materia Seca y Proteína Cruda del ensilado de cebada con niveles de follaje de papa y afrecho de trigo.

El análisis de varianza para la degradación de la materia seca (MS) y proteína cruda (PC) mostró efectos significativos ($p < 0.001$) tanto para el tiempo de incubación como para los niveles de follaje de papa y afrecho de trigo, lo que indica que la degradabilidad de la MS y PC aumentó con el tiempo y fue influenciada por la composición del ensilado. No se encontraron diferencias significativas entre bloques, por lo que la variación atribuible a este factor fue mínima. Además, la interacción entre tratamientos y tiempo fue altamente significativa, evidenciando que el efecto de los niveles de follaje de papa y afrecho de trigo sobre la degradación de la MS y PC dependió del tiempo de incubación (Tabla 5).

Tabla 5

Resumen del análisis de varianza de la degradación de la materia seca (MS) y proteína cruda (PC) del ensilado de cebada con niveles de follaje de papa y afrecho de trigo (FP - AT).

Fuentes de variación	GL	DMS (%)	DPC (%)
Nivel de significación por la prueba de F			
Tiempo (T)	3	***	***
Niveles de Follaje de papa y afrecho de trigo (AT)	3	***	***
Bloque	2	ns	ns
Interacción AT x T	9	***	***
Error	30		
Total	47		

^{ns}No significativo; *5%; **1%; ***0.1% de probabilidad respectivamente.

La degradabilidad media de la materia seca (MS) del ensilado de cebada mostró un incremento marcado con el tiempo de incubación, pasando de 5.42% a 60.97 % a las 72 horas (Tabla 6). A las 0 h no se encontraron diferencias significativas entre los niveles de follaje de papa y afrecho de trigo (FP-AT), lo que indica que en este punto la degradación fue mínima y uniforme. Sin embargo, desde las 12 h, los tratamientos comenzaron a diferenciarse significativamente, destacando mayores porcentajes de degradación con niveles de 10 y 30 % de FP-AT. A las 48 y 72 h, el tratamiento con 30 % de FP-AT presentó los mayores valores de degradación, mientras que los niveles bajos tendieron a registrar porcentajes menores de degradación de la MS. Las ecuaciones de regresión confirman que la variación en la degradabilidad estuvo asociada principalmente a los niveles de FP-AT y a los tiempos, con altos coeficientes de determinación ($R > 0.89$), evidenciando que la respuesta de la MS ante la inclusión de follaje de papa y afrecho de trigo sigue un patrón predecible y dependiente del tiempo de incubación (Tabla 6).

Tabla 6

Degradabilidad media (%) de la Materia seca (MS) del ensilado de cebada en función a niveles de follaje de papa y afrecho de trigo (FP-AT) dentro de los tiempos de incubación.

Tiempos de incubación (Horas)	Niveles de follaje de papa - afrecho de trigo (%)				Media	DEM	Ecuación de regresión
	0	10	20	30			
0	5.63a	5.68a	5.17a	5.21a	5.42	± 0.27	ns
12	14.65c	23.51a	21.29b	24.18a	20.91	± 4.35	1
48	54.66b	50.06b	54.20b	59.33a	54.56	± 3.79	2
72	57.59c	59.80b	61.06b	65.45a	60.97	± 3.31	3

ns = No significativo. Medias con sobrescritos diferentes difieren entre sí, por la prueba de Tukey al 5% de probabilidad.

DEM= Desviación estándar de la media.

Ecuaciones de regresión:

$${}^1\hat{Y} = -21.488 + 355.178^{**}x - 21.738^{**}x^2, R^2 = 0.983$$

$${}^2\hat{Y} = 75.704 - 31.849^{**}x - 12.090^{**}x^2 - 1.288^{**}x^3, R^2 = 0.971$$

$${}^3\hat{Y} = 54.759 + 2.486^{**}x, R^2 = 0.895$$

****1% de probabilidad.**

Las medias marginales de la degradabilidad (degradación) de la proteína cruda (PC) del ensilado de cebada aumentó de manera notable con el tiempo de incubación, iniciando con el valor de 12.95% a las 0 h y 67.39 % a las 72 h (Tabla 7). En el tiempo inicial (0 h) se observaron diferencias significativas entre tratamientos, con el valor más alto en el nivel de 0 % de FP-AT y el más bajo en 30 % de FP-AT. A las 12 h, la degradabilidad fue mayor con 20 y 30 % de FP-AT, mientras que a las 48 h las diferencias fueron menos marcadas, aunque los niveles sin FP-AT mantuvieron los valores más altos. A las 72 h, los tratamientos con 20 y 30 % de FP-AT alcanzaron valores superiores a 68 %, superando al tratamiento sin FP-AT. Las ecuaciones de regresión presentaron altos coeficientes de determinación ($R > 0.899$), lo que indica que los cambios en la degradabilidad de la PC

pueden predecirse con precisión a partir de los niveles de FP-AT y el tiempo de incubación, reflejando una relación no lineal donde la inclusión de FP-AT influye de manera diferenciada en las distintas etapas de degradación (Tabla 7).

Tabla 7

Degradabilidad media (%) de la Proteína Cruda (PC) del ensilado de cebada en función a niveles de follaje de papa y afrecho de trigo (FP-AT) dentro de los tiempos de incubación.

Tiempos de incubación (Horas)	Niveles de follaje de papa - afrecho de trigo (%)				Media	DEM	Ecuación de regresión
	0	10	20	30			
0	14.21a	12.77b	12.61c	12.22d	12.95	± 0.04	1
12	27.34c	29.68b	30.33a	30.71a	29.56	± 0.24	2
48	62.99a	61.63b	61.69b	62.30b	62.15	± 0.39	3
72	65.71b	67.52a	68.08a	68.23a	67.39	± 0.43	4

Medias con sobrescritos diferentes difieren entre sí, por la prueba de Tukey al 5% de probabilidad.

DEM= Desviación estándar de la media.

Ecuaciones de regresión:

$$^1\hat{Y} = 18.392 - 6.055^{**}x + 2.116^{**}x^2 - 0.247^{***}x^3, R^2 = 0.998$$

$$^2\hat{Y} = 24.382 + 3.519^{***}x - 0.489^{**}x^2, R^2 = 0.963$$

$$^3\hat{Y} = 65.122 - 2.669^{***}x + 0.494^{**}x^2, R^2 = 0.731$$

$$^4\hat{Y} = 63.285 + 2.883^{***}x - 0.414^{**}x^2, R^2 = 0.883$$

****1%; ***0.1% de probabilidad respectivamente.**

La degradabilidad media de la materia seca (MS) del ensilado de cebada mostró un patrón de incremento progresivo en todos los niveles de follaje de papa y afrecho de trigo (FP-AT) conforme aumentó el tiempo de incubación, partiendo de 5.63 % a las 0 h hasta 57.59% a las 72 horas en el tratamiento de 0% de FP-AT. En todos los niveles de FP-AT, las diferencias entre tiempos fueron estadísticamente significativas ($p > 0.05$), observándose

la mayor degradación entre las 12 y 48 h de incubación. A las 72 h, los tratamientos con 20 y 30 % de FP-AT registraron los valores más altos de degradación, lo que sugiere que un mayor aporte de FP-AT favorece la degradabilidad en fases avanzadas de fermentación. Las ecuaciones de regresión para cada nivel de FP-AT presentaron coeficientes de determinación cercanos a la unidad ($R^2 = 0.999$), confirmando que la variación en la degradabilidad puede explicarse casi totalmente por el tiempo de incubación y que el comportamiento sigue un patrón curvilíneo bien definido (Tabla 8).

Tabla 8

Degradabilidad media (%) de la Materia seca (MS) del ensilado de cebada en función a tiempos de incubación dentro de los niveles de follaje de papa y afrecho de trigo.

Niveles de FP-AT. (%)	Tiempos de incubación (Horas)				Media	DEM	Ecuación de regresión
	0	12	48	72			
0	5.63d	14.65c	54.66b	57.59a	33.13	26.81	1
10	5.68d	23.51c	50.06b	59.80a	34.76	24.72	2
20	5.17d	21.29c	54.20b	61.06a	35.43	26.62	3
30	5.21d	24.18c	59.33b	65.45a	38.55	28.71	4

Medias con sobrescritos diferentes difieren entre sí, por la prueba de tukey al 5% de probabilidad.

DEM= Desviación estándar de la media.

Ecuaciones de regresión:

$${}^1\hat{Y} = 95.671 - 162.2532***X + 83.560*** X^2 - 11.344 ***X^3, R^2 = 0.999$$

$${}^2\hat{Y} = 22.099 - 42.061**X + 29.896***X^2 - 4.256***X^3, R^2 = 0.999$$

$${}^3\hat{Y} = 48.664 - 87.586***X + 51.228 ***X^2 - 7.139*** X^3, R^2 = 0.999$$

$${}^4\hat{Y} = 47.626 - 88.181***X + 53.299***X^2 - 7.535*** X^3, R^2 = 0.999$$

****1%; ***0.1% de probabilidad respectivamente.**

La degradabilidad media de la proteína cruda (PC) del ensilado de cebada aumentó de forma consistente con el tiempo de incubación en todos los niveles de follaje de papa y afrecho de trigo (FP-AT), iniciando con valores de 12.22 y 14.21% a las 0 h y alcanzando valores entre 65.71 y 68.23 % a las 72 h. En todos los niveles de FP-AT se registraron diferencias significativas entre tiempos, destacando un incremento marcado entre las 12 y 48 h, etapa en la que se logró más del 60 % de degradación. A las 72 h, los niveles de 10, 20 y 30 % de FP-AT mostraron valores ligeramente superiores a los del tratamiento sin FP-AT, aunque las diferencias fueron pequeñas. Las ecuaciones de regresión presentaron coeficientes de determinación altos ($R^2 = 0.999$), lo que indica que el comportamiento de la degradación de la PC en función del tiempo sigue un patrón predecible y curvilíneo, con incrementos más rápidos en las primeras horas de fermentación y una tendencia a estabilizarse hacia las 72 h (Tabla 9).

Tabla 9

Degradabilidad media (%) de la proteína cruda (PC) del ensilado de cebada en función a tiempos de incubación dentro de los niveles de follaje de papa y afrecho de trigo (FP-AT).

Niveles de FP-AT. (%)	Tiempos de incubación (Horas)				Media	DEM	Ecuación de regresión
	0	12	48	72			
0	14.21d	27.34c	62.99b	65.71a	42.56	0.30	1
10	12.77d	29.68c	61.63b	67.52a	42.90	0.06	2
20	12.61d	30.33c	61.69b	68.08a	43.18	0.52	3
30	12.22d	30.71c	62.30b	68.23a	43.37	0.17	4

Medias con sobrescritos diferentes difieren entre sí, por la prueba de tukey al 5% de probabilidad.

DEM= Desviación estándar de la media.

Ecuaciones de regresión:

$${}^1\hat{Y} = 79.020 - 122.268^{***}x + 66.693^{***}x^2 - 9.240^{***}x^3, R^2 = 0.999$$

$${}^2\hat{Y} = 52.011 - 81.015^{***}x + 48.626^{***}x^2 - 6.851^{***}x^3, R^2 = 0.999$$

$${}^3\hat{Y} = 47.113 - 73.490**x + 45.414*x^2 - 6.432***x^3, R^2 = 0.999$$

$${}^4\hat{Y} = 45.608 - 72.241**x + 45.318*x^2 - 6.461***x^3, R^2 = 0.999$$

***5%; **1%; ***0.1% de probabilidad respectivamente.**

La DP de la materia seca fue elevada en todos los niveles de FP-AT, con valores que oscilaron entre 71.29 % en el nivel 20% de FP-AT y 76.63 % en el nivel 0% de FP-AT. Los niveles de 0 y 10 % de FP-AT mantuvieron la mayor DP, mientras que un incremento de nivel de FP-AT (nivel 20) redujo este valor, recuperándose parcialmente con 30 % de FP-AT (74.81 %). Esto indica que la DP responde de forma curvilínea a la inclusión de FP-AT, con un punto óptimo en niveles bajos o moderados.

La DE mostró la tendencia típica de disminuir a medida que aumenta la tasa de pasaje ruminal: para $k = 2$ %/h los valores oscilaron entre 40.68 % (0 % FP-AT) y 46.40 % (30 % FP-AT); para $k = 5$ %/h entre 24.54 % y 30.61 %; y para $k = 8$ %/h entre 18.23 y 23.48 %. La inclusión creciente de FP-AT mejoró la DE en todas las tasas, con efecto más notable en tasas bajas (2 %/h), lo que sugiere que un mayor aporte de FP-AT favorece la disponibilidad de MS en fermentaciones más prolongadas (Tabla 10). Además, se observa que:

- Fracción soluble (a): Aumentó de 3.14 % (0 % FP-AT) a 4.59 % (30 % FP-AT), evidenciando que más FP-AT eleva la porción de MS que se degrada rápidamente.
- Fracción potencialmente degradable (b): Presentó valor mínimo de 66.93 % en el nivel de 20% de FP-AT y como valor máximo de 73.49% en el nivel 0% de FP-AT, evidenciando una ligera reducción en 20 % FP-AT, lo que indica que niveles intermedios pueden disminuir la fracción degradable lenta.
- Indegradabilidad (i): Se incrementó con niveles altos de FP-AT, alcanzando el máximo en 20 % FP-AT (28.71 %), lo que sugiere que el

exceso de FP-AT puede aumentar la fracción resistente a la degradación.

- Tasa de degradación (c): Fue mayor en 30 % FP-AT (0.029 %/h) y menor en 0 % FP-AT (0.021 %/h), mostrando que más FP-AT acelera la degradación de la fracción “b”.

En conjunto, los resultados muestran que niveles crecientes de FP-AT mejoran la fracción soluble, la tasa de degradación y la DE, aunque la DP se optimiza en niveles bajos o moderados de FP-AT. El ajuste de las ecuaciones de regresión ($R^2 > 0.96$ en la mayoría de casos) confirma la alta predictibilidad de la respuesta de la MS frente a la inclusión de FP-AT.

Tabla 10

Degradabilidad media de los parámetros cinéticos de la materia seca (MS) en términos de fracción soluble (a), fracción potencialmente degradable (b), tasa de degradación (c), indegradabilidad (i), Degradabilidad potencial (DP), y degradabilidad efectiva (DE) a las tasas de pasaje de 2; 5 y 8%/h del ensilado de cebada con niveles de follaje de papa y afrecho de trigo

Parámetros	Niveles de follaje de papa - afrecho de trigo (%)				Media	DEM	R ²
	0	10	20	30			
a (%)	3.14d	4.11c	4.36b	4.59a	4.05	±0.10	0.972
b (%)	73.49a	72.34a	66.93c	70.22b	70.74	±1.06	0.848
i (%)	23.37c	23.55c	28.71a	25.19b	25.21	±1.03	0.813
DP (%)	76.63a	76.45a	71.29c	74.81b	74.79	±1.08	0.813
c (%/h)	2.00c	3.00b	3.00b	3.00a	3.00	±0.001	0.953
DE 2%/h	40.68d	41.48c	42.78b	46.40a	42.84	±0.17	0.996
DE 5%/h	24.54d	25.10c	27.80b	30.61a	27.01	±0.34	0.972
DE 8%/h	18.23d	18.87c	21.23b	23.48a	20.45	±0.27	0.978

a = Fracción soluble; b = fracción potencialmente degradable; c = tasa de degradación; i = indegradabilidad; DP = degradabilidad potencial, DE = degradabilidad efectiva a las tasas de pasaje de 2; 5y 8%/h.

DEM: Desviación estándar de la media.

Medias con sobrescritos diferentes difieren entre sí, por la prueba de tukey al 5% de probabilidad.

Ecuación de regresión:

$$a\hat{Y} = 0.765 + 3.310***x - 1.051***x^2 + 0.116***x^3, R^2 = 0.972$$

$${}^b\hat{Y} = 57.402 + 29.024***x - 15.101***x^2 + 2.161***x^3, R^2 = 0.848$$

$${}^i\hat{Y} = 41.832 - 32.333***x + 16.150***x^2 - 2.277***x^3, R^2 = 0.813$$

$${}^{DP}\hat{Y} = 58.168 + 32.333***x - 16.150***x^2 + 2.277***x^3, R^2 = 0.813$$

$${}^c\hat{Y} = 0.0327 - 0.0204***x + 0.010***x^2 - 0.0013***x^3, R^2 = 0.953$$

$$DE\ 2\%/h: \hat{Y} = 38.556 + 3.395***x - 1.574***x^2 + 0.304***x^3, R^2 = 0.996$$

$$5\%/h: \hat{Y} = 28.204 - 6.450***x + 3.133***x^2 - 0.342***x^3, R^2 = 0.972$$

$$8\%/h: \hat{Y} = 21.121 - 5.260***x + 2.674***x^2 - 0.303***x^3, R^2 = 0.978$$

*****0.1% de probabilidad.**

La DP de la proteína cruda fue alta en todos los niveles de FP-AT, con un rango estrecho entre 76.01 % (30 % FP-AT) y 77.36 % (0 % FP-AT). El tratamiento sin FP-AT presentó el mayor valor, mientras que un incremento en los niveles de FP-AT generó ligeras reducciones, aunque las diferencias fueron pequeñas. En cuanto a la DE, los valores disminuyeron progresivamente al aumentar la tasa de pasaje ruminal, tal como es característico: para $k = 2$ %/h se observó un rango de 49.61 % (0 % FP-AT) a 50.62 % (30 % FP-AT); para $k = 5$ %/h de 35.03 % a 36.17 %; y para $k = 8$ %/h de 28.75 % a 29.57 %. La influencia de FP-AT sobre la DE fue leve, con un incremento marginal en los valores conforme aumentó el nivel de inclusión, más notorio a tasas bajas (2 %/h) (Tabla 11). Asimismo, se nota que los siguientes parámetros cinéticos lo siguiente:

- Fracción soluble (a): Disminuyó ligeramente con más FP-AT, desde 12.71 % (0 % FP-AT) hasta 11.83 % (30 % FP-AT), lo que indica una pequeña reducción en la fracción de proteína soluble de rápida degradación.
- Fracción potencialmente degradable (b): Se mantuvo prácticamente constante (64.17–64.65 %), sin variaciones relevantes por efecto del FP-AT.
- Indegradabilidad (i): Mostró un incremento leve con más FP-AT, desde 22.63 % (0 % FP-AT) hasta 23.99 % (30 % FP-AT), sugiriendo que

mayores niveles de FP-AT aumentan marginalmente la fracción de proteína resistente a la degradación.

- Tasa de degradación (c): Fue más alta en el tratamiento con 30 % FP-AT (0.0307 %/h) y menor en 0 % FP-AT (0.0267 %/h), indicando que más FP-AT acelera la degradación de la fracción “b” de la proteína.

En conjunto, para la proteína cruda, el efecto de los niveles de FP-AT sobre la DP y DE fue más sutil que en la materia seca, aunque sí se observó una ligera mejora en la DE con mayores niveles de FP-AT, junto a un aumento de la tasa de degradación. El ajuste de regresión mostró buenos coeficientes de determinación ($R^2 > 0.705$), confirmando que las respuestas de la PC frente a la inclusión de FP-AT siguen un patrón predecible.

Tabla 11

Degradabilidad media de los parámetros cinéticos de la proteína cruda (PC) en términos de fracción soluble (a), fracción potencialmente degradable (b), tasa de degradación (c), indegradabilidad (i), Degradabilidad potencial (DP), y degradabilidad efectiva (DE) a las tasas de pasaje de 2; 5 y 8%/h del ensilado de cebada con niveles de follaje de papa y afrecho de trigo.

Parámetros	Niveles de follaje de papa - afrecho de trigo (%)				Media	DEM	R ²
	0	10	20	30			
a (%)	12.71a	12.22b	12.21b	11.83c	12.24	±0.05	0.982
b (%)	64.65a	64.54b	64.53b	64.17b	64.47	±0.41	0.520
i (%)	22.64c	23.24b	23.26b	23.99a	23.28	±0.41	0.537
DP (%)	77.36a	76.76b	76.74b	76.01c	76.72	±0.41	0.537
c (%/h)	3.00c	3.00c	3.00b	3.00a	3.00	±0.00	0.925
DE 2%/h	49.61c	50.05b	50.37a	50.62a	50.16	±0.25	0.712
DE 5%/h	35.04c	35.61b	35.87b	36.18a	35.67	±0.25	0.752
DE 8%/h	28.75c	29.12b	29.35a	29.57a	29.20	±0.20	0.731

a = Fracción soluble; b = fracción potencialmente degradable; c = tasa de degradación; i = indegradabilidad; DP = degradabilidad potencial, DE = degradabilidad efectiva a las tasas de pasaje de 2; 5y 8%/h.

DEM: Desviación estándar de la media.

Medias con sobrescritos diferentes difieren entre sí, por la prueba de tukey al 5% de probabilidad.

DEM= Desviación estándar de la media.

Ecuaciones de regresión:

$$^a\hat{Y} = 14.537 - 2.786 ***x + 1.099***x^2 - 0.143 ***x^3, R^2 = 0.982$$

$$^b\hat{Y} = 64.837 - 0.1455*x, R^2 = 0.119$$

$$^i\hat{Y} = 20.172 + 3.830***x - 1.577***x^2 + 0.215***x^3, R^2 = 0.537$$

$$^{DP}\hat{Y} = 79.828 - 3.830*x + 1.577*x^2 - 0.215*x^3, R^2 = 0.537$$

$$^c\hat{Y} = 0.022 + 0.0068***x - 0.0025*x^2 + 0.00033*x^3, R^2 = 0.925$$

$$DE\ 2\%/h: \hat{Y} = 49.330 + 0.333***x, R^2 = 0.712$$

$$5\%/h: \hat{Y} = 34.758 + 0.366*x, R^2 = 0.752$$

$$8\%/h: \hat{Y} = 28.522 + 0.270***x, R^2 = 0.731$$

***5%; ***0.1% de probabilidad respectivamente.**

4.2. Discusión de los resultados.

4.2.1 Evaluación la degradabilidad potencial y efectiva de MS del ensilado de cebada con niveles de follaje de papa y afrecho de trigo en alpacas.

La degradabilidad potencial (a+b) y la degradabilidad efectiva (DE) de la materia seca (MS) obtenidas en este estudio con alpacas muestran diferencias significativas ($p < 0,001$) en función de los niveles de follaje de papa y afrecho de trigo, así como del tiempo, lo que coincide con lo reportado por Salado *et al.* (2005) y Ponce & Merlo (2020), quienes destacan que la inclusión de subproductos agrícolas puede modificar la fracción soluble y la fracción potencialmente degradable del alimento. En nuestro caso, el aumento del nivel de afrecho de trigo favoreció la degradabilidad, probablemente por su mayor contenido energético y su efecto sinérgico con el follaje de papa en la fermentación ruminal, tal como sugieren Boschini (2001) y Salinas *et al.* (2011).

Los valores de degradabilidad potencial encontrados son comparables con los señalados por Guerrero *et al.* (2010) y Boschini & Chacón (2017) en ensilados mixtos, quienes resaltan que la proporción de carbohidratos solubles y la estructura física del material influyen en la tasa y extensión de la degradación. Asimismo, la degradabilidad efectiva a tasas de paso simuladas se alineó con lo descrito por Afshar-Mirzaei *et al.* (2008) y

Machaca (2009), quienes señalan que el balance entre proteína y carbohidratos rápidamente fermentables mejora la sincronización de la fermentación y, por ende, la DE.

En ensayos previos con camélidos sudamericanos, Contreras *et al.* (2021) y Pariona (2018) reportaron que la degradabilidad de la MS puede ser inferior a la observada en bovinos y ovinos debido a diferencias fisiológicas del aparato digestivo; sin embargo, en nuestro estudio, los valores obtenidos son competitivos y en algunos tratamientos superiores a los reportados por Cordero *et al.* (2018) en condiciones similares, lo que sugiere un buen aprovechamiento del ensilado formulado.

En cuanto a la respuesta a la suplementación, Arce & Castro (2009) y Enríquez & Giráldez (2016) demostraron que el uso de forrajes de buena calidad junto con subproductos como el afrecho incrementa la fracción b y la DE, efecto también observado aquí, reforzando la hipótesis de que la diversidad de sustratos fermentables beneficia la degradación en alpacas. Finalmente, los hallazgos concuerdan con lo señalado por Carrasco *et al.* (2022), quienes remarcan que la combinación de recursos forrajeros locales con subproductos agroindustriales es una estrategia viable para optimizar la digestibilidad y eficiencia alimenticia en sistemas altoandinos.

4.2.2. Evaluación la degradabilidad potencial y efectiva de PC del ensilado de cebada con niveles de follaje de papa y afrecho de trigo.

En el presente estudio, realizado en alpacas, se determinó que la degradabilidad potencial y efectiva de la proteína cruda (PC) del ensilado de cebada suplementado con diferentes niveles de follaje de papa y afrecho de trigo mostró variaciones estadísticamente significativas, influenciadas tanto por el tiempo de incubación como por el nivel de suplementación, así como por la interacción de ambos factores. Estos resultados concuerdan con lo reportado por Salado *et al.* (2005) y Ponce & Merlo (2020), quienes indicaron que la degradabilidad proteica está altamente determinada por la fracción soluble y la tasa de degradación de la fracción insoluble, las cuales

pueden verse modificadas por el tipo de suplemento y su contenido de fibra y proteína.

La degradabilidad potencial de la PC observada en este trabajo se encuentra dentro del rango reportado por Boschini (2001) y Boschini & Chacón (2017) en rumiantes, quienes señalaron que la inclusión de subproductos agrícolas ricos en proteína y con buena disponibilidad de carbohidratos solubles favorece una mayor degradación ruminal. En este sentido, la adición de afrecho de trigo pudo haber aportado proteínas y carbohidratos de rápida fermentación, incrementando la tasa de degradación, lo que también fue observado por Salinas *et al.* (2011) y Guerrero *et al.* (2010) al evaluar dietas balanceadas para optimizar la sincronización entre energía y nitrógeno en el rumen.

En cuanto a la degradabilidad efectiva, que considera el paso de partículas fuera del rumen, los valores hallados en alpacas fueron consistentes con los reportados por Afshar Mirzaei *et al.* (2008) y Machaca (2009), quienes señalaron que en camélidos sudamericanos la retención ruminal más prolongada puede favorecer la degradación de fracciones proteicas menos solubles. Esto explicaría por qué, a pesar de diferencias en la tasa de degradación, se alcanzaron valores de degradabilidad efectiva comparables o superiores a los reportados en bovinos por Contreras *et al.* (2021) y Pariona (2018).

De manera similar, Cordero *et al.* (2018) y Arce & Castro (2009) enfatizan que la degradabilidad efectiva en rumiantes depende no solo de la calidad intrínseca de la proteína, sino también de la tasa de paso, la cual en alpacas podría permitir un mayor aprovechamiento ruminal de dietas fibrosas y ensilados mixtos. Enríquez & Giráldez (2016) también destacan que dietas con adecuada sincronización entre liberación de nitrógeno y energía disponible optimizan la eficiencia de utilización de la proteína degradada, lo que respalda el patrón observado en este estudio.

Finalmente, los resultados coinciden con lo señalado por Carrasco *et al.* (2022), quienes encontraron que en dietas para camélidos la combinación

de forrajes conservados con suplementos energéticos y proteicos mejora la disponibilidad de nitrógeno en el rumen, favoreciendo tanto la degradabilidad potencial como la efectiva de la PC. En conjunto, los hallazgos del presente trabajo confirman que la formulación de ensilados mixtos con ingredientes de distinta degradabilidad puede ser una estrategia efectiva para mejorar el aprovechamiento proteico en alpacas, optimizando así su productividad y salud ruminal.

4.3. Proceso de prueba de hipótesis

4.3.1. Planteamiento de hipótesis

Hipótesis general

H₀ (general): La degradabilidad ruminal *in situ* del ensilado de cebada en alpacas no difiere entre los niveles de inclusión de follaje de papa y afrecho de trigo en alpacas.

H₁ (general): La degradabilidad ruminal *in situ* del ensilado de cebada en alpacas sí difiere entre los niveles de inclusión de follaje de papa y afrecho de trigo en alpacas.

Hipótesis específicas

A — Materia seca (MS)

H₀_MS: La degradabilidad potencial y efectiva de MS del ensilado de cebada no difiere entre los niveles de follaje de papa y afrecho de trigo ($\mu_0\% = \mu_{10}\% = \mu_{20}\% = \mu_{30}\%$).

H₁_MS: Al menos un nivel difiere (existe i, j tal que $\mu_i \neq \mu_j$).

B — Proteína cruda (PC)

H₀_PC: La degradabilidad potencial y efectiva de PC del ensilado de cebada no difiere entre los niveles de follaje de papa y afrecho de trigo.

H₁_PC: Al menos un nivel difiere

4.3.2. Nivel de significancia

Se adopta $\alpha = 0.05$. En tus tablas aparecen niveles de significancia reportados como *** = $p < 0.001$, ** = $p < 0.01$, * = $p < 0.05$, ns = no significativo.

4.3.3. Estadístico de prueba y diseño

Se empleó ANOVA factorial (factores: Tiempo de incubación [4 niveles: 0,12,48,72 h] y Niveles de FP-AT [4 niveles: 0,10,20,30%]) con bloques.

Estadístico: F de Fisher para cada fuente de variación (Tiempo, FP-AT, Bloque, Interacción FP-AT×Tiempo).

Grados de libertad (según Tabla 5): Tiempo (GL = 3), FP-AT (GL = 3), Bloque (GL = 2), Interacción FP-AT×T (GL = 9), Error (GL = 30), Total (GL = 47).

Regla: si $p < \alpha$ se rechaza H_0 .

4.3.4. Resultados del contraste

Materia seca (MS)

De la Tabla 5:

Tiempo (T): *** ($p < 0.001$) → efecto significativo.

Niveles de FP-AT: *** ($p < 0.001$) → efecto significativo.

Bloque: ns → no significativo.

Interacción FP-AT × T: *** ($p < 0.001$) → interacción significativa.

Decisión: Rechazamos H_0_{MS} para Tiempo, Niveles de FP-AT y su Interacción. Aceptamos H_0 para Bloques (sin efecto).

Interpretación: La degradabilidad de la MS varía con el tiempo y con los niveles de FP-AT; además, el efecto de FP-AT depende del tiempo de incubación (interacción significativa). Esto concuerda con las medias y regresiones presentadas (incremento de degradabilidad con el tiempo, mayor degradabilidad a 30% FP-AT en tiempos largos; R^2 altas).

Proteína cruda (PC)

De la Tabla 5:

Tiempo (T): *** ($p < 0.001$).

Niveles de FP-AT: *** ($p < 0.001$).

Bloque: ns.

Interacción FP-AT \times T: *** ($p < 0.001$).

Decisión: Rechazamos H_0_{PC} para Tiempo, Niveles de FP-AT y su Interacción. Aceptamos H_0 para Bloques.

Interpretación: La degradabilidad de la PC también varía significativamente con el tiempo y con los niveles de FP-AT, y la magnitud del efecto de FP-AT cambia según el tiempo de incubación. Las regresiones y R^2 ($R^2 > 0.88$ – 0.99 según tablas) apoyan la predictibilidad del patrón temporal.

4.3.5. Resumen de la decisión sobre las hipótesis planteadas

Hipótesis nula general: Rechazada. La degradabilidad ruminal *in situ* del ensilado de cebada en alpacas difiere entre los niveles de inclusión de follaje de papa y afrecho de trigo (evidencia estadística: $p < 0.001$ en el efecto de niveles de FP-AT y su interacción con el tiempo).

Hipótesis nula específica A (MS): Rechazada. La degradabilidad potencial y efectiva de MS difiere entre niveles de FP-AT ($p < 0.001$; además interacción significativa con tiempo).

Hipótesis nula específica B (PC): Rechazada. La degradabilidad potencial y efectiva de PC difiere entre niveles de FP-AT ($p < 0.001$; interacción FP-AT \times Tiempo significativa).

Conclusiones

1. La degradabilidad potencial y efectiva de la materia seca del ensilado de cebada se vio influenciada por los niveles de inclusión de follaje de papa y afrecho de trigo, observándose los valores de degradabilidad iniciales de 5.4 %, a más del 60 % a las 72 horas. A las 0 horas no se encontraron diferencias significativas entre los niveles (FP-AT), sin embargo, desde las 12 horas los niveles comenzaron a diferenciarse significativamente. Mientras que en la degradabilidad potencial los niveles de 0 y 10 % de FP-AT mantuvieron la mayor DP, mientras que el 20 % de (FP-AT) redujo este valor, recuperándose parcialmente con 30 % de FP-AT (74.80 %). Lo mencionado responde de forma curvilínea a la inclusión del follaje de papa y afrecho de trigo.
2. La degradabilidad potencial y efectiva de la proteína cruda se vio influenciada por los niveles de inclusión de follaje de papa y afrecho de trigo, observándose que la degradabilidad aumentó de forma consistente con el tiempo de incubación. Iniciando con valores cercanos al 13% a las 0 horas y alcanzando más del 67 % a las 72 horas. Estos resultados evidencian que la combinación adecuada de estos insumos mejora la cinética de degradación del alimento en alpacas.
3. Los parámetros de degradabilidad obtenidos en alpacas se ubicaron dentro de rangos comparables a los reportados en otros rumiantes, aunque las particularidades fisiológicas de los camélidos sudamericanos generaron diferencias en los patrones de degradación. Esto confirma la importancia de realizar evaluaciones específicas por especie para una adecuada formulación de dietas.

Recomendaciones

1. Se recomienda utilizar niveles intermedios (10%) de inclusión de follaje de papa y afrecho de trigo en el ensilado de cebada, dado que estos mostraron una mejor degradabilidad potencial y efectiva de la materia seca y proteína cruda, optimizando la disponibilidad de nutrientes para las alpacas.
2. Se sugiere que futuros programas de alimentación consideren evaluaciones específicas en alpacas, debido a sus particularidades fisiológicas que influyen en los patrones de degradación ruminal. Esto permitirá formular raciones más precisas y acordes a sus requerimientos reales.
3. Se recomienda ampliar la investigación incorporando diferentes tasas de paso ruminal dentro de lo establecido y otros aditivos energéticos o proteicos, a fin de mejorar la sincronización entre energía y nitrógeno disponible para el microbiota ruminal. Esto contribuirá al diseño de estrategias de alimentación más eficientes y sostenibles para la producción alpaquera.
4. Incluir pruebas in vivo que permitan relacionar los valores de degradabilidad obtenidos con parámetros productivos, como ganancia de peso, producción de fibra y eficiencia reproductiva.
5. Implementar programas de capacitación dirigidos a productores para mejorar el manejo alimenticio, haciendo énfasis en el balance entre energía y proteína para optimizar la fermentación ruminal.
6. Desarrollar líneas de investigación orientadas a la comparación de la degradabilidad de la proteína cruda en alpacas con otras especies de camélidos sudamericanos, a fin de identificar diferencias fisiológicas aprovechables en el manejo nutricional.

BIBLIOGRAFÍA

- (AFRC) Agricultural and Food Research Council. (1993). Energy and protein requirements of ruminants. *Wallingford, UK: CAB International.*, 21 - 31. Retrieved from <https://www.cabidigitallibrary.org/doi/book/10.1079/9780851988511.0000>
- Acho, M. (2003). *Degradabilidad in situ de pradera nativa en llamas (Lama glamá) en época lluviosa en la Comunidad pujrata — Provincia Pacajes*. La Paz - Bolivia: Tesis (Ing. Zootecnista); Universidad Católica Boliviana "San Pablo", Unidad Académica Campesina Tiahuanaco, Carrera Ingeniería Zootecnica. Retrieved from <https://scholarsarchive.byu.edu/etd/5323>
- Afshar Mirzaei, A., Naser Maheri, S., Ali Mirza, A., Amir Reza, S., Amir Farhang, H., & Abolfazl Aghajanzadeh, G. (2008). *Use of Nylon Bag Technique to Determine Nutritive Value and Degradation Kinetics of Iranian Alfalfa Varieties*. Tesis de pre grado, Universidad Islamico Azad, Departamento de Ciencias Animales, Iran.
- Araújo, S., Maldonado, V., & Coelho da Silva, J. (2010). Degradación ruminal e estimativa de consumo de genotipos de capim-elefante ão. *Rev Bras Zootecnia*, 18-24.
- Arce, J., & Castro, D. (2009). *Valoración de los pastos naturales deseables, según la digestibilidad y degradabilidad "In situ, en alpacas (llama paco)*. Tesis Ing. Zootecnista Universidad Nacional de Huancavelica. Fac. Ingeniería., Huancavelica- Perú.
- Ayala, B., Rosado, R., Capetillo, L., & y Sandoval, C. (2003, septiembre - diciembre). Evaluación del método del lavado de bolsas (manual vs lavadora) en la tecnica de degradacion in situ. *Técnica Pecuaria en México*, 43(3), 337-342. Retrieved from <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=61341310>

- Barreto, E. (2010). *Nutrición y Alimentación Animal*. Bogotá: Universidad Nacional Abierta y a Distancia-UNAD, escuela de ciencias agrícolas, pecuarias y del medio ambiente. Retrieved from <https://es.scribd.com/document/415658839/modulo-nutricion-version-3-2010-word-ultimo-pdf>
- Boschini, C. (2001). Degradabilidad in situ de la materia seca, proteína y fibra del forraje de morera (*Morus alba*). *Agronomía Mesoamericana*, 12(1), 79-87. Retrieved from <https://fundaciondialnet.unirioja.es/>
- Boschini, F., & Chacon, H. (2017). Degradabilidad ruminal de la alfalfa en la zona oriental del Valle Central de Costa Rica. *Agronomía Mesoamericana*, 28(3), 657-666. doi:<https://doi.org/http://dx.doi.org/10.15517/ma.v28i3.26216>
- Bustinza, C. (2001). *La alpaca conocimiento del gran potencial andino*, Universidad Nacional del Altiplano, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Puno.
- Calsamiglia, S. (1997). *Nuevas bases para utilización de la fibra en dietas de rumiantes*. Madrid, España: Universidad Autónoma de Barcelona - Departamento de Patología y Producción Animal.
- Carrasco, S., Contreras, J., Cordero, A., & Curasma, J. (2022, noviembre). Cinética ruminal de la degradación del ensilado de avena-follaje de papa conteniendo salvado de trigo en bovinos Brown Swiss. *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú*, 33(6), 1 - 16. doi:<https://doi.org/10.15381/rivep.v33i6.24102>
- Carvalho, G., Pires, A., Veloso, C., Silva, F., & Silva, R. (2006). Degradabilidad ruminal do feno de alguns alimentos volumosos para ruminantes. *Rev Bras Agrocienc*, 30 (4), 81-85. Retrieved from <https://doi.org/10.1590/S0102-09352006000400020>
- Castro, E., & Reiner, R. (2012). *Evaluación de la degradabilidad in situ de forrajes nativos en alpacas de la sierra central del Perú*. Universidad Nacional del

Altiplano. Retrieved from
<https://repositorio.unap.edu.pe/handle/20.500.14082/9517>

Contreras P, J. L. (2019). Degradabilidad ruminal de forrajes y alimentos concentrados y estimación del consumo. *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú*, 30(4), 1481-1493. Retrieved from <https://doi.org/10.15381/rivep.v30i4.17189>

Contreras, J., Condori, C., Poma, J., Cordero, A., & De la Cruz, Y. (2021). Parámetros cinéticos de la degradabilidad in situ de residuos de cosecha en alpacas (Vicugna pacos). *Journal of the Selva Andina Animal Science*, 8(1), 30-43. doi:<https://doi.org/10.36610/j.jsaas.2021.080100030>

Cordero, A., Contreras, J., Curasma, J., Tunque, M., & y Enriquez, D. (2018, Enero). Degradabilidad y estimación del consumo de forrajes y concentrados en alpacas (Vicugna pacos). *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú*, 29(2), 429-437. doi:<http://dx.doi.org/10.15381/rivep.v29i2.14484>

Cuellar, J. (2021, noviembre 24). Importancia del trigo en la alimentación y producción animal. *Todo sobre medicina veterinaria y producción animal*. Retrieved from Veterinaria Digital: <https://www.veterinariadigital.com/articulos/importancia-del-trigo-en-la-alimentacion-y-produccion-animal/>

Enriquez, J., & Giraldez, J. (2016). *Degradabilidad in situ de pastos naturales deseables, poco deseables e indeseables en alpacas (Vicugna pacos)*. Huancavelica - Perú: Universidad Nacional de Huancavelica - Escuela Profesional de Zootecnia. Retrieved from <http://repositorio.unh.edu.pe/handle/UNH/1158>

Felipe, E., & Matos, M. (2019). *Composición química y degradabilidad In situ de residuos de cosecha y asociaciones forrajeras en vacunos Brown Swiss*. Huancavelica - Perú: Universidad Nacional de Huancavelica. Retrieved from <https://hdl.handle.net/20.500.14597/2808>

- Fengel, D., & Wegener, G. (1984). *Wood: chemistry, ultrastructure, reactions*. Berlin, Alemania: University of Munich - Institute for Wood Research. Retrieved from <https://es.scribd.com/document/553398072/Fengel-d-Wegener-g-Wood-Chemistry-Ultrastructure-Reactions>
- Fernandez, J. (2018). *Efecto de los tiempos de cosecha de la cebada (Hordeum vulgare L.) sobre la degradabilidad de la fibra detergente neutra y acida en rumen de toretes*. Huancavelica - Perú: Universidad Nacional de Huancavelica - Facultad de Ciencias de Ingeniería. Retrieved from <https://hdl.handle.net/20.500.14597/1949>
- Germaná, C., Chaquilla, O., Santos, G., Ferrari, M., Krusich, C., & Kindgard, F. (2016). *Estudio socioeconómico de los pastores andinos de Perú, Ecuador, Bolivia y Argentina* (Primera ed.). Perú: El Elva. doi:<http://www.elalvagraf.com/>
- Glazer, A., & Nikaido, H. (2007). *Microbial Biotechnology. Fundamentals of Applied Microbiology*. Berkeley: University of California. Retrieved from <http://www.cambridge.org/>
- Gojon, H., Siqueiros, D., & Hernandez, H. (1998). Digestibilidad ruminal y degradabilidad In situ de *Macrocystis pyrifera* y *Sargassum* spp. en ganado Bovino. *Ciencias Marinas*, 24(4), 463-481. Retrieved from <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=48024406>
- Granet, E., & Barry, P. (1987). "Etude microscopique de la digestion des parois végétales des téguments de soja et de colza dans le rumen. *Reproduction, nutrition and development*, 27(1B), 246-248. doi:<https://hal.science/hal-00898608v1>
- Guerrero, M., Juárez, A., Ramírez, R., Montoya, R., Murillo, M., Cerrillo, O., & María, A. (2010). Composición química y degradabilidad de la proteína de forrajes nativos de la región semiárida del norte de México. *Revista Cubana de Ciencia*

- Agrícola*, 44(2), 147-154. Retrieved from <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=193015662009>
- Gutiérrez, C. (2020). Aminoácidos y Proteínas. *Apuntes Bioquímica unidad 5*, 1-7. Retrieved from https://fmvz.unam.mx/fmvz/p_estudios/apuntes_bioquimica/Unidad_5.pdf
- Gutiérrez, A., Gutiérrez, P., Huanca, T., & Wurzinger, M. (2019). Challenges and opportunities of genetic improvement in alpacas and llamas in Peru. *Conference: 11th World Congress on Genetics Applied to Livestock Production, February 12-16, 2018*.
- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, P. (2014). *Metodología de la Investigación* (6ª ed ed.). México: McGraw-Hill Education. Retrieved from <https://nodo.ugto.mx/wp-content/uploads/2017/03/Metodologia-de-la-Investigacion.pdf>
- Iglesias, S. (1981). *Principios del método de la investigación científica*. Perú: Tiempo y Obra. Retrieved from <https://books.google.com.pe/books?id=cmI1twAACAAJ>
- INEI. (2012). *IV Censo Nacional Agropecuario*. INEI (Instituto Nacional de Estadística e informática). Perú: National Institute of Statistics and Information. Retrieved from <http://www.inei.gob.pe/>
- INIA-La Estanzuela. (2004). Guía para la alimentación de ruminantes. *Programa Nacional Bovinos para Leche*, 142(12), 49. Retrieved from <http://www.inia.org.uy/>
- Kirk, T., & Cullen, D. (1998). Enzymology and Molecular Genetics of Wood Degradation by White-Rot Fungi. Young, R., Akhtar, M. *Environmentally friendly technologies for the pulp and paper industry*, 592.

- Laureano, P., Teymouri, F., Alizadeh, H., & Dale, B. (2005). Understanding factors that limit enzymatic hydrolysis of biomass. *Applied Biochemistry and Biotechnology*, 121-124:1081-99. doi:10.1385/abab:124:1-3:1081. PMID: 15930583.
- Lehninger, Nelson, D., & Cox, M. (2005). *Principios de Bioquímica* (5ta ed.). Universidad Autónoma de Barcelona. Retrieved from <http://repositoriobibliotecas.uv.cl/handle/uvsc1/1513>
- Lopez, L. (1991). *Cultivos herbáceos – cereales* (Vol. 1). Madrid, España: Mundi-Prensa Libros. Retrieved from <https://fundaciondialnet.unirioja.es/>
- Machaca, A. (2009). *Degradabilidad ruminal de materia seca y proteína cruda de los principales recursos alimenticios de Anta Cusco para vacunos*. Puno - Perú: Universidad Nacional del Antiplano . Retrieved from <https://repositorio.unap.edu.pe/handle/20.500.14082/607>
- Maita, F., & Quispe, A. (2024). *Cinética de la degradación ruminal in situ de gramíneas de un ecosistema pajonal en las zonas altoandinas, en alpacas (Vicugna pacos)*. Huancavelica-Perú: Universidad Nacional de Huancavelica. Retrieved from <https://hdl.handle.net/20.500.14597/8740>
- McDonald, P., Edwards, R., & Greenhalgh, J. (2011). *Animal Nutrition* (Septima ed.). Associated Companies throughout the world. Retrieved from <http://www.pearsoned.co.uk/>
- Melendez, P. (2015). *Las bases para entender un analisis nutricional de alimentos y su nomenclatura*. Santiago de Chile: El Mercurio (Campo).
- Mendoza, C. (2013). *Diagnostico de los factores productivos limitantes en el desarrollo agropecuario de la comunidad de centro poblado de Ingahuasi - Pilpichaca - Huaytara - Huancavelica*. Huancavelica: Universidad Nacional de Huancavelica. Retrieved from

<https://repositorio.unh.edu.pe/items/d4455a4e-e77d-4da5-8e64-d6072382e018>

Merlo, M., Acho, N., & Achu, C. (2007). *Degradación In situ de la dieta seleccionada por llamas en la pradera nativa en diferentes meses en épocas de lluvias en el Altiplano de Bolivia*. Bolivia: Unidad Académica Campesina de Tiahuanaco - Universidad Católica Boliviana San Pablo. Retrieved from <https://scholarsarchive.byu.edu/etd/5323/>

Mertens, D. (1993). Rate and extent of digestion. Quantitative aspects of ruminant digestion and metabolism. *UK CAB International: Forbes JM, France J, editors.*, 13 -51. Retrieved from <https://www.scielo.sa.cr/scieloOrg/php/reflinks.php?refpid=S0034-7744200900040003000022&lng=en&pid=S0034-77442009000400030>

Muñoz, M. (2007). *Control genético y variación transcripcional de la embriogénesis de la microspora en cebada*. Departamento de Genética y Producción Vegetal. Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC), Zaragoza. Retrieved from https://dialnet.unirioja.es/imagen/fundacion_dialnet.png

Navarro, L., Moral, P., Gomez, N., & Mataix, R. (2005). *Residuos orgánicos y agricultura*. España: Secretariado de Publicaciones de la Universidad de Alicante. Retrieved from https://www.researchgate.net/publication/235941169_Residuos_organicos_y_agricultura

Orskov, E. (1980). Uso de la técnica de la bolsa de nylon para la evaluación de los alimentos. *Producción Animal Tropical*, 5(3), 213-233. Retrieved from <https://www.scirp.org/reference/referencespapers?referenceid=1944273>

Orskov, E., & McDonald, L. (1979). The estimation of protein degradability in the rumen from incubation measurements weighted according to rate of passage.

- The Journal of Agricultural Science*, 92(2), 499-503. Retrieved from <https://www.scirp.org/reference/referencespapers?referenceid=2811966>
- Orskov, E., Deb Hovell, D., & Mould, F. (1980). Uso de la técnica de la bolsa de nylon para la valuación de los alimentos. *Prod. Anim. Producción Animal Tropical*, 5(3), 213-233. Retrieved from <https://www.scirp.org/reference/referencespapers?referenceid=1944273>
- Palacio, H. (1956). Fabricacion del alcohol. Barcelona – España. *Salvat Editores, S.A.*, 279-305. Retrieved from <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/3628225.pdf>
- Pariona, J. (2018). *Composición química y cinética de la degradabilidad ruminal de forrajes y concentrados en bovinos en la Universidad Nacional de Huancavelica*. Huancavelica: Universidad Nacional de Huancavelica - Facultad de Ciencias de Ingenieria - Escuela Profesional de Zootecnia. Retrieved from <https://repositorio.unh.edu.pe/items/4ffc0ec1-d136-442d-9080-4d1ae847ce19>
- Pastrana, R., Cuesta, A., & Duran, E. (1993). Valoracion nutricional del follaje de la papa (*Solanum tuberosum* L.) en alimentacion de Ovinos. *Revista ICA*, 28(4), 389-397. Retrieved from <https://agris.fao.org/search/en/providers/122610/records/64745b64542a3f9f03b4afe8>
- Perlas, V. (2022). Fisiologia digestivo de rumiantes III. *Práctica N° 3, Curso: Fisiología Animal II*, 1-8. Retrieved from <https://es.scribd.com/document/653537116/FISIOLOGIAA>
- Ponce, W., & Merlo, F. (2020). Degradabilidad in situ de la dieta seleccionada por la llama (*Lama glama*). *ALFA, Revista de Investigación en Ciencias Agronómicas y Veterinarias*, 4(11), 135-156. Retrieved from <https://doi.org/10.33996/revistaalfa.v4i11.76>

- Quispe, J. E. (2018). *Efectos biológicos y ambientales sobre las características de carne y fibra de alpacas del CIP Quimsachata – INIA, PUNO*. Puno: Universidad Nacional del Antiplano.
- Razz, R., Tyrone, R., Clavero, Y., & Vergara, J. (2004). Cinética de degradación In situ de la *Leucaena leucocephala* y *Panicum máximum* Centro de Transferencia de Tecnología en Pastos y Forrajes. *IN la-Estación Local El Guayabo*, 14(5), 5-9. Retrieved from <https://www.produccioncientificaluz.org/index.php/cientifica/article/view/15074>
- Sabino, C. (2012). La Investigación Científica . In G. Fidias, *El Proyecto de Investigación: introducción a la metodología científica* (pp. 21 - 37). Caracas : EPEISTEME.C.A.
- Salado, E., Comeron, M., & y Alesso, A. (2005). Cascarilla de soja y afrechillo de trigo: cinética de degradabilidad ruminal de la fibra detergente neutro. *Archivos Latinoamericanos de Producción Animal*, 13(1), 161-190. Retrieved from <https://repositorio.una.edu.ni/3236/1/tnl51c823.pdf>
- Salinas, J., Gutiérrez, J., García, R., López, R., & Duarte, A. (2011). Digestibilidad In situ de la materia seca de tres dietas para ovinos de engorda. *Agronomía Mesoamericana*, 22(2), 379-385. Retrieved from https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1659-13212011000200014
- Sánchez, M. (2000). Una experiencia de forraje verde hidropónico en el Uruguay. *Boletín informativo de la Red de Hidroponía*, 7, 10-14. Retrieved from <https://repositorio.umsa.bo/xmlui/bitstream/handle/123456789/4856/T-1291.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Shimada, A. (2003). *Nutrición animal 1ra edición*. Mexico: Trillas. Retrieved from https://etrillas.mx/libro/nutricion-animal_7669

- Smith, L., Goering, H., Waldo, D., & y Gordon, D. (1971). In vitro digestion rates of forage cell wall components. *Journal of Dairy Science.*, 54(1). Retrieved from <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0022030272856364>
- Souza, N., Franzolin, R., Rodriguez, P., & Scoton, R. (2000). Effects of the increasing levels of neutral detergent fiber in the diet on the ruminal fermentation in water buffaloes and cattle. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 29(5), 1565-1577. doi:<http://dx.doi.org/10.1590/S1516-35982000000500039>
- Stryer, L., Berg, J., & Tmoczko, J. (2003). *Bioquímica* (5.^a ed. ed.). Barcelona, España: Reverté.
- Torres, G., Arbaiza, T., Carcelén, F., & Lucas, O. (2009). Comparación de las técnicas in situ, in vitro y enzimática (celulasa) para estimar la digestibilidad de forrajes en ovinos. *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú*, 20(1), 5-9. Retrieved from http://www.scielo.org.pe/scielo.php?pid=S1609-91172009000100002&script=sci_abstract
- Valadares, F., & Coelho Da Silva, J. L. (2010). Degradabilidad in situ de proteína bruta y materia seca de algunos alimentos en vacas gestantes e lactantes. *Revista Brasileira Zootecnia*, 20(1), 111-122. Retrieved from <https://rbz.org.br/>
- Van Soest, J., Fox, G., & Sniffen, J. (1982). *A net protein system for cattle*. USA, Itaca: Cornell University -Department of Animal Science.
- Veloso, C., Rodríguez, N., Sampaio, I., Gonçalves, L., & Mourão, G. (2000). pH ruminal y amoníaco, relación hoja:tallo y degradabilidad ruminal de fibra de forrajes tropicales. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 29(3), 871-879. Retrieved from <https://hdl.handle.net/20.500.14330/PER01000222752>
- Vilca, Z. (1993). *Comportamiento alimenticio de llamas y ovinos en sistemas de pastoreo tradicional del altiplano árido de Bolivia (Turco)*. Oruro: Universidad Técnica de Oruro. Retrieved from

https://horizon.documentation.ird.fr/exl-doc/pleins_textes/pleins_textes_7/b_fdi_03_01/42598.pdf

Wainwright, M. (1995). *Introducción a la biotecnología de hongos*. Zaragoza, España: Acribia. Retrieved from https://www.editorialacribia.com/libro/introduccion-a-la-biotecnologia-de-los-hongos_54034/

Wallace, R. (1996). Ruminant microbial metabolism of peptides and amino acids. *Conference: Altering ruminal nitrogen metabolism to improve protein utilization*, 126(4), 1326-1334. Retrieved from [https://jn.nutrition.org/article/S0022-3166\(22\)01777-1/pdf](https://jn.nutrition.org/article/S0022-3166(22)01777-1/pdf)

Wilkins, R. (1969). The potential digestibility of cellulose in forage and feces. *Journal of Agricultural Science*, 73(1), 57-64. doi:10.1017/S0021859600024138

Zapata, A. (2026). Efectos de la paramización sobre la resiliencia ecosistémica del páramo andino en un contexto de cambio climático. *Siembra*, 13(1), 97. doi:<https://doi.org/10.29166/siembra.v13i1.9707>

ANEXOS

MATRIZ DE CONSISTENCIA

TÍTULO: DEGRADABILIDAD RUMINAL *In situ* DEL ENSILADO DE CEBADA CON NIVELES DE FOLLAJE DE PAPA Y AFRECHO DE TRIGO EN ALPACAS.

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	METODOLOGÍA
¿Cuál es la degradabilidad ruminal <i>in situ</i> del ensilado de cebada con niveles de follaje de papa y afrecho de trigo en alpacas?	<p>Objetivo general Determinar la degradabilidad ruminal <i>in situ</i> del ensilado de cebada con niveles de follaje de papa y afrecho de trigo en alpacas.</p> <p>Objetivos específicos Determinar la degradabilidad potencial y efectiva de MS del ensilado de cebada con niveles de follaje de papa y afrecho de trigo en alpacas. Determinar la degradabilidad potencial y efectiva de PC del ensilado de cebada con niveles de follaje de papa y afrecho de trigo en alpacas.</p>	<p>Hipótesis general La degradabilidad ruminal <i>in situ</i> del ensilado de cebada difieren entre los niveles de follaje de papa y afrecho de trigo en alpacas.</p> <p>Hipótesis específica La degradabilidad potencial y efectiva de MS del ensilado de cebada, difieren entre los niveles de follaje de papa y afrecho de trigo en alpacas. La degradabilidad potencial y específica de la PC del ensilado de cebada, difieren entre los niveles de follaje de papa y afrecho de trigo en alpacas.</p>	Variable dependiente Degradabilidad ruminal	Degradabilidad potencial	Materia seca (%).	<p>Tipo: aplicativo Nivel: Experimental Método: Científico Diseño: parcela sub dividida en el diseño experimental de bloques al azar. Población: 200 kg Muestra: 500g de ensilado Muestreo: no probabilístico Técnica: observación Instrumentos: Registro de datos de ensilado. Registro datos de residuos de cosechas. Registros de datos de residuos agroindustriales.</p>
			Degradabilidad efectiva	Proteína cruda (%).		
			Variable independiente Niveles	Niveles del ensilado de cebada: 100%, 90%, 80% y 70 %.	Porcentaje (%)	
				Niveles del follaje de papa: 0%, 5%, 10% y 15%.	Porcentaje (%)	
Niveles del afrecho de trigo: 0%, 5%, 10% y 15%.	Porcentaje (%)					

Tabla 12

ANOVA del parámetro cinético de la materia seca (MS) en termino de fracción soluble (a) del ensilado de cebada con niveles de follaje de papa y afrecho de trigo.

FV	GL	SC	CM	F	Pr > F
Regresión	3	49.62	3.31	71.31	<.0001
Error	32	1.48455200	0.04639225		
Total	47	51.10609967			

Tabla 13

ANOVA del parámetro cinético de la materia seca (MS) en termino de fracción potencialmente degradable (b) del ensilado de cebada con niveles de follaje de papa y afrecho de trigo.

FV	GL	SC	CM	F	Pr > F
Regresión	3	664.7843130	44.3189542	38.47	<.0001
Error	32	36.8652960	1.1520405		
Total	47	701.6496090			

Tabla 14

ANOVA del parámetro cinético de la materia seca (MS) en término de indegradabilidad (i) del ensilado de cebada con niveles de follaje de papa y afrecho de trigo.

FV	GL	SC	CM	F	Pr > F
Regresión	3	361.1199770	24.0746651	22.25	<.0001
Error	32	34.6262800	1.0820713		
Total	47	395.7462570			

Tabla 15

ANOVA del parámetro cinético de la materia seca (MS) en término de degradabilidad potencial (DP) del ensilado de cebada con niveles de follaje de papa y afrecho de trigo.

FV	GL	SC	CM	F	Pr > F
Regresión	3	2593.868989	172.924599	1.05	0.4353
Error	32	5270.693071	164.709158		
Total	47	7864.562060			

Tabla 16

ANOVA del parámetro cinético de la materia seca (MS) en termino tasa de degradación (c) del ensilado de cebada con niveles de follaje de papa y afrecho de trigo.

FV	GL	SC	CM	F	Pr > F
Regresión	3	0.00042233	0.00002816	24.13	<.0001
Error	32	0.00003733	0.00000117		
Total	47	0.00045967			

Tabla 17

ANOVA del parámetro cinético de la materia seca (MS) en termino degradabilidad efectiva en la tasa de pasaje de 2% (DE-2%/h) del ensilado de cebada con niveles de follaje de papa y afrecho de trigo.

FV	GL	SC	CM	F	Pr > F
Regresión	3	226.3387387	15.0892492	53.97	<.0001
Error	32	8.9467920	0.2795872		
Total	47	235.2855307			

Tabla 18

ANOVA del parámetro cinético de la materia seca (MS) en termino degradabilidad efectiva en la tasa de pasaje de 5% (DE-5%/h) del ensilado de cebada con niveles de follaje de papa y afrecho de trigo.

FV	GL	SC	CM	F	Pr > F
Regresión	3	221.7743547	14.7849570	82.05	<.0001
Error	32	5.7659760	0.1801867		
Total	47	227.5403307			

Tabla 19

ANOVA del parámetro cinético de la materia seca (MS) en termino degradabilidad efectiva en la tasa de pasaje de 8% (DE-8%/h) del ensilado de cebada con niveles de follaje de papa y afrecho de trigo.

FV	GL	SC	CM	F	Pr > F
Regresión	3	166.1757720	11.0783848	93.82	<.0001
Error	32	3.7787947	0.1180873		
Total	47	169.9545667			

Tabla 20

ANOVA del parámetro cinético de la proteína cruda (PC) en termino de fracción soluble (a) del ensilado de cebada con niveles de follaje de papa y afrecho de trigo.

FV	GL	SC	CM	F	Pr > F
Regresión	3	4.61273733	0.30751582	118.62	<.0001
Error	32	0.08295733	0.00259242		
Total	47	4.69569467			

Tabla 21

ANOVA del parámetro cinético de la proteína cruda (PC) en termino de fracción potencialmente degradable (b) del ensilado de cebada con niveles de follaje de papa y afrecho de trigo

FV	GL	SC	CM	F	Pr > F
Regresión	3	1.55070500	0.10338033	0.36	0.9798
Error	32	9.11930667	0.28497833		
Total	47	10.67001167			

Tabla 22

ANOVA del parámetro cinético de la proteína cruda (PC) en término de indegradabilidad (i) del ensilado de cebada con niveles de follaje de papa y afrecho de trigo.

FV	GL	SC	CM	F	Pr > F
Regresión	3	11.02531467	0.73502098	2.48	0.0153
Error	32	9.49739200	0.29679350		
Total	47	20.52270667			

Tabla 23

ANOVA del parámetro cinético de la proteína cruda (PC) en termino degradabilidad potencial (DP) del ensilado de cebada con niveles de follaje de papa y afrecho de trigo.

FV	GL	SC	CM	F	Pr > F
Regresión	3	11.02531467	0.73502098	2.48	0.0153
Error	32	9.49739200	0.29679350		
Total	47	20.52270667			

Tabla 24

ANOVA del parámetro cinético de la proteína cruda (PC) en termino tasa de degradación (c) del ensilado de cebada con niveles de follaje de papa y afrecho de trigo.

FV	GL	SC	CM	F	Pr > F
Regresión	3	0.00009867	0.00000658	26.31	<.0001
Error	32	0.00000800	0.00000025		
Total	47	0.00010667			

Tabla 25

ANOVA del parámetro cinético de la proteína cruda (PC) en termino degradabilidad efectiva en la tasa de pasaje de 2% (DE-2%/h) del ensilado de cebada con niveles de follaje de papa y afrecho de trigo.

FV	GL	SC	CM	F	Pr > F
Regresión	3	6.76828367	0.45121891	5.57	<.0001
Error	32	2.59280800	0.08102525		
Total	47	9.36109167			

Tabla 26

ANOVA del parámetro cinético de la proteína cruda (PC) en termino degradabilidad efectiva en la tasa de pasaje de 5% (DE-5%/h) del ensilado de cebada con niveles de follaje de papa y afrecho de trigo.

FV	GL	SC	CM	F	Pr > F
Regresión	3	8.34571867	0.55638124	7.55	<.0001
Error	32	2.35678400	0.07364950		
Total	47	10.70250267			

Tabla 27

ANOVA del parámetro cinético de la proteína cruda (PC) en termino degradabilidad efectiva en la tasa de pasaje de 8% (DE-8%/h) del ensilado de cebada con niveles de follaje de papa y afrecho de trigo.

FV	GL	SC	CM	F	Pr > F
Regresión	3	4.46666233	0.29777749	6.26	<.0001
Error	32	1.52100267	0.04753133		
Total	47	5.98766500			

Instrumentos de recolección de datos

Imagen 1: Cuaderno de registro.

Nº	MUESTRA	Nº DE ARETE DE ALPACA	CÓDIGO DE BOLSA	REPETE CION	TIEMPO DE INCU. GALIÓN	PESO DE MUESTRA	PESO (g)		PESO FINAL (Pg+Pm)	PESO DE MUESTRA SECA
							PESO DE BOLSA	PESO DE		
01	T1: ENSILADO DE CEBADA 100%	21.022	I	R1	0h	2.503	0.9599		3.1910	3.2858
02			II	R2	0h	2.503	0.9741		3.1160	3.2991
03			VII	R1	12h	2.500	0.7692		2.7330	3.1024
04			VIII	R2	12h	2.502	0.8212		2.8702	3.1598
05			XIII	R1	48h	2.501	0.7387		1.8839	3.1167
06			XIV	R2	48h	2.501	0.9439		1.9913	3.2720
07			XIX	R1	72h	2.502	0.7883		1.8192	3.1345
08			XX	R2	72h	2.500	0.8275		1.7956	3.1702
09			TJ: ENSILADO DE CEBADA 100%	21.207	III	R1	0h	2.501	0.7523	
10	IV	R2			0h	2.503	0.9728		3.1650	3.3127
11	IX	R1			12h	2.502	0.7306		2.8403	3.2737
12	X	R2			12h	2.500	0.8282		2.9602	3.1735
13	XV	R1			48h	2.502	0.7895		2.0551	3.3210
14	XVI	R2			48h	2.501	0.7876		1.9046	3.1284
15	XXI	R1			72h	2.501	0.8102		1.8050	3.1366
16	XXII	R2			72h	2.503	0.8255		1.8014	3.1543
17	TI: ENSILADO DE CEBADA 100%	S/A			V	R1	0h	2.500	0.9410	
18			VI	R2	0h	2.502	0.8229		3.1669	3.2569
19			XI	R1	12h	2.504	0.8398		2.8640	3.1840
20			XII	R2	12h	2.502	0.7847		2.7620	3.1241
21			XVII	R1	48h	2.503	0.8055		1.8900	3.1478
22			XVIII	R2	48h	2.501	0.8189		1.8800	3.1665
23			XXIII	R1	72h	2.501	0.7240		1.7100	3.0490
24			XXIV	R2	72h	2.502	0.7844		1.8300	3.2656
25			T2: ENSILADO DE CEBADA + 10% FOLLAJE DE PAPA Y AFRECHO.T.	21.022	XXV	R1	0h	2.501	1.0183	
26	XXVI	R2			0h	2.501	0.8377		2.9990	3.1411
27	XXXI	R1			12h	2.502	0.8199		2.7499	3.1467
28	XXXII	R2			12h	2.500	0.8097		2.7154	3.1334
29	XXXVII	R1			48h	2.500	0.8240		1.9100	3.1477
30	XXXVIII	R2			48h	2.503	0.9557		2.0410	3.2813
31	XLIII	R1			72h	2.504	0.8180		1.7300	3.1457
32	XLIV	R2			72h	2.501	0.9390		1.9200	3.2674
33	T2: ENSILADO DE CEBADA + 10% FOLLAJE + AFRECHO.T.	21.207			XXVII	R1	0h	2.501	0.8397	
34			XXVIII	R2	0h	2.502	0.9663		3.1339	3.2688
35			XXXIII	R1	12h	2.502	0.7822		2.6977	3.1099
36			XXXIV	R2	12h	2.501	0.8016		2.7310	3.1265
37			XXXIX	R1	48h	2.502	0.7273		1.8013	3.0534
38			XL	R2	48h	2.502	0.9430		2.0064	3.2800

Imagen 2: Base de datos del análisis de proteína cruda.

0%	LXVIII-R2-T72-21.022, VIOLETA Y PAZ, 0.0476, METODO LECO 2017, 3.11, 6.250, 19.46	0.0476	6.25
10%	LXIX-R1-T72-21.207, VIOLETA Y PAZ, 0.0489, METODO LECO 2017, 3.15, 6.250, 19.70	0.0489	6.25
30%	LXX-R2-T72-21.207, VIOLETA Y PAZ, 0.0488, METODO LECO 2017, 3.28, 6.250, 20.52	0.0488	6.25
80%	LXXI-R1-T72-S/A, VIOLETA Y PAZ, 0.0467, METODO LECO 2017, 3.05, 6.250, 19.05	0.0467	6.25
80%	LXXII-R2-T72-S/A, VIOLETA Y PAZ, 0.0488, METODO LECO 2017, 2.92, 6.250, 18.26	0.0488	6.25
70%	LXXIII-R1-T0-21.022, VIOLETA Y PAZ, 0.0492, METODO LECO 2017, 2.42, 6.250, 15.15	0.0492	6.25
70%	LXXIV-R2-T0-21.022, VIOLETA Y PAZ, 0.0477, METODO LECO 2017, 2.38, 6.250, 14.86	0.0477	6.25
70%	LXXV-R1-T0-21.207, VIOLETA Y PAZ, 0.0497, METODO LECO 2017, 2.24, 6.250, 13.97	0.0497	6.25
70%	LXXVI-R2-T0-21.207, VIOLETA Y PAZ, 0.0477, METODO LECO 2017, 2.34, 6.250, 14.65	0.0477	6.25
70%	LXXVII-R1-T0-S/A, VIOLETA Y PAZ, 0.0481, METODO LECO 2017, 2.39, 6.250, 14.96	0.0481	6.25
70%	LXXVIII-R2-T0-S/A, VIOLETA Y PAZ, 0.0474, METODO LECO 2017, 2.35, 6.250, 14.71	0.0474	6.25
70%	LXXIX-R1-T12-21.022, VIOLETA Y PAZ, 0.0492, METODO LECO 2017, 2.74, 6.250, 17.13	0.0492	6.25
70%	LXXX-R2-T12-21.022, VIOLETA Y PAZ, 0.0480, METODO LECO 2017, 2.82, 6.250, 17.65	0.0480	6.25
70%	LXXXI-R1-T12-21.207, VIOLETA Y PAZ, 0.0485, METODO LECO 2017, 2.53, 6.250, 15.81	0.0485	6.25
70%	LXXXII-R2-T12-21.207, VIOLETA Y PAZ, 0.0464, METODO LECO 2017, 2.94, 6.250, 18.4	0.0464	6.25
70%	LXXXIII-R1-T12-S/A, VIOLETA Y PAZ, 0.0460, METODO LECO 2017, 2.74, 6.250, 17.14	0.0460	6.25
70%	LXXXIV-R2-T12-S/A, VIOLETA Y PAZ, 0.0488, METODO LECO 2017, 2.87, 6.250, 17.93	0.0488	6.25
70%	LXXXV-R1-T48-21.022, VIOLETA Y PAZ, 0.0465, METODO LECO 2017, 2.60, 6.250, 16.24	0.0465	6.25
70%	LXXXVI-R2-T48-21.022, VIOLETA Y PAZ, 0.0488, METODO LECO 2017, 2.76, 6.250, 17.25	0.0488	6.25
70%	LXXXVII-R1-T48-21.207, VIOLETA Y PAZ, 0.0454, METODO LECO 2017, 3.13, 6.250, 19.58	0.0454	6.25
70%	LXXXVIII-R2-T48-21.207, VIOLETA Y PAZ, 0.0459, METODO LECO 2017, 3.06, 6.250, 19.1	0.0459	6.25

Imagen 3: Datos de los parámetros cinéticos de la materia seca.

TIEMPO	TRAT	REPET	DEG	A	B	i	DP	C	DE_2	DE_5	DE_8
1	1	1	5.976	3.310	72.030	24.660	75.340	0.022	40.898	25.199	18.750
1	1	2	5.400	3.018	74.061	22.921	77.079	0.021	40.539	24.282	18.024
1	1	3	5.526	3.093	74.369	22.538	77.462	0.020	40.607	24.152	17.922
1	2	1	5.679	5.934	62.708	31.358	68.642	0.025	40.669	26.744	20.789
1	2	2	5.887	6.402	63.111	30.488	69.512	0.027	42.557	27.831	21.682
1	2	3	5.467	5.711	63.841	30.448	69.552	0.026	41.581	27.195	21.158
1	3	1	5.105	4.396	67.165	28.438	71.562	0.027	42.885	27.859	21.271
1	3	2	5.259	4.636	67.516	27.847	5.259	0.025	42.351	27.327	20.863
1	3	3	5.136	4.594	70.086	25.320	74.680	0.024	43.146	27.611	21.001
1	4	1	5.183	4.620	70.239	25.141	74.859	0.030	46.585	30.786	23.629
1	4	2	5.061	4.432	70.548	25.020	74.980	0.029	46.330	30.469	23.319
1	4	3	5.386	4.723	69.857	25.420	74.580	0.029	46.284	30.577	23.486
2	1	1	14.749	3.310	72.030	24.660	75.340	0.022	40.898	25.199	18.750
2	1	2	14.640	3.018	74.061	22.921	77.079	0.021	40.539	24.282	18.024
2	1	3	14.565	3.093	74.369	22.538	77.462	0.020	40.607	24.152	17.922
2	2	1	22.604	5.934	62.708	31.358	68.642	0.025	40.669	26.744	20.789
2	2	2	24.818	6.402	63.111	30.488	69.512	0.027	42.557	27.831	21.682
2	2	3	23.112	5.711	63.841	30.448	69.552	0.026	41.581	27.195	21.158
2	3	1	21.453	4.396	67.165	28.438	71.562	0.027	42.885	27.859	21.271
2	3	2	21.075	4.636	67.516	27.847	21.075	0.025	42.351	27.327	20.863
2	3	3	21.340	4.594	70.086	25.320	74.680	0.024	43.146	27.611	21.001
2	4	1	24.493	4.620	70.239	25.141	74.859	0.030	46.585	30.786	23.629
2	4	2	24.006	4.432	70.548	25.020	74.980	0.029	46.330	30.469	23.319
2	4	3	24.049	4.723	69.857	25.420	74.580	0.029	46.284	30.577	23.486
3	1	1	55.578	3.310	72.030	24.660	75.340	0.022	40.898	25.199	18.750
3	1	2	54.146	3.018	74.061	22.921	77.079	0.021	40.539	24.282	18.024
3	1	3	54.248	3.093	74.369	22.538	77.462	0.020	40.607	24.152	17.922
3	2	1	49.018	5.934	62.708	31.358	68.642	0.025	40.669	26.744	20.789
3	2	2	50.834	6.402	63.111	30.488	69.512	0.027	42.557	27.831	21.682
3	2	3	50.339	5.711	63.841	30.448	69.552	0.026	41.581	27.195	21.158
3	3	1	54.790	4.396	67.165	28.438	71.562	0.027	42.885	27.859	21.271
3	3	2	53.570	4.636	67.516	27.847	53.570	0.025	42.351	27.327	20.863
3	3	3	54.233	4.594	70.086	25.320	74.680	0.024	43.146	27.611	21.001
3	4	1	59.496	4.620	70.239	25.141	74.859	0.030	46.585	30.786	23.629

Imagen 4: Datos de los parámetros cinéticos de la proteína cruda.

TIEMPO	TRAT	REPET	DEG	A	B	I	DP	C	DE_2	DE_5	DE_8
1	1	1	14.152	12.673	64.392	22.935	77.065	0.027	49.886	35.460	29.094
2	1	1	27.690	12.673	64.392	22.935	77.065	0.027	49.886	35.460	29.094
3	1	1	63.476	12.673	64.392	22.935	77.065	0.027	49.886	35.460	29.094
4	1	1	65.931	12.673	64.392	22.935	77.065	0.027	49.886	35.460	29.094
1	2	1	12.723	12.173	64.808	23.019	76.981	0.028	50.073	35.528	29.050
2	2	1	29.631	12.173	64.808	23.019	76.981	0.028	50.073	35.528	29.050
3	2	1	61.634	12.173	64.808	23.019	76.981	0.028	50.073	35.528	29.050
4	2	1	67.618	12.173	64.808	23.019	76.981	0.028	50.073	35.528	29.050
1	3	1	12.611	12.267	64.348	23.385	76.615	0.029	50.474	36.008	29.487
2	3	1	30.589	12.267	64.348	23.385	76.615	0.029	50.474	36.008	29.487
3	3	1	61.720	12.267	64.348	23.385	76.615	0.029	50.474	36.008	29.487
4	3	1	68.221	12.267	64.348	23.385	76.615	0.029	50.474	36.008	29.487
1	4	1	12.223	11.788	64.181	24.032	75.968	0.031	50.713	36.265	29.639
2	4	1	30.712	11.788	64.181	24.032	75.968	0.031	50.713	36.265	29.639
3	4	1	62.588	11.788	64.181	24.032	75.968	0.031	50.713	36.265	29.639
4	4	1	68.243	11.788	64.181	24.032	75.968	0.031	50.713	36.265	29.639
1	1	2	14.199	12.711	65.158	22.131	77.869	0.026	49.452	34.623	28.403
2	1	2	27.100	12.711	65.158	22.131	77.869	0.026	49.452	34.623	28.403
3	1	2	62.574	12.711	65.158	22.131	77.869	0.026	49.452	34.623	28.403
4	1	2	65.712	12.711	65.158	22.131	77.869	0.026	49.452	34.623	28.403
1	2	2	12.794	12.250	64.505	23.246	76.754	0.028	50.039	35.592	29.104
2	2	2	29.696	12.250	64.505	23.246	76.754	0.028	50.039	35.592	29.104
3	2	2	61.576	12.250	64.505	23.246	76.754	0.028	50.039	35.592	29.104
4	2	2	67.507	12.250	64.505	23.246	76.754	0.028	50.039	35.592	29.104
1	3	2	12.602	12.220	65.542	22.238	77.762	0.029	50.812	36.089	29.498
2	3	2	30.492	12.220	65.542	22.238	77.762	0.029	50.812	36.089	29.498
3	3	2	62.188	12.220	65.542	22.238	77.762	0.029	50.812	36.089	29.498
4	3	2	68.830	12.220	65.542	22.238	77.762	0.029	50.812	36.089	29.498
1	4	2	12.227	11.909	64.179	23.912	76.088	0.030	50.531	36.089	29.508
2	4	2	30.766	11.909	64.179	23.912	76.088	0.030	50.531	36.089	29.508
3	4	2	61.927	11.909	64.179	23.912	76.088	0.030	50.531	36.089	29.508
4	4	2	68.273	11.909	64.179	23.912	76.088	0.030	50.531	36.089	29.508

Figura 1

Porcentaje de degradabilidad de materia seca incubados a 0 horas, en diferentes niveles de follaje de papa y afrecho de trigo (FP-AT).

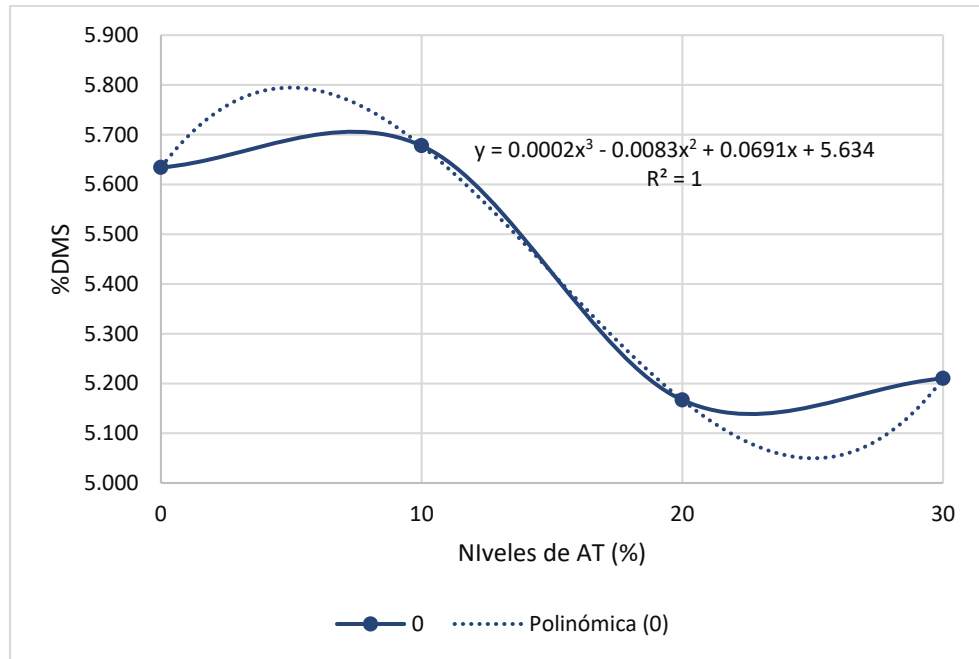


Figura 2

Porcentaje de degradabilidad de materia seca incubados a 12 horas, en diferentes niveles de follaje de papa y afrecho de trigo (FP-AT).

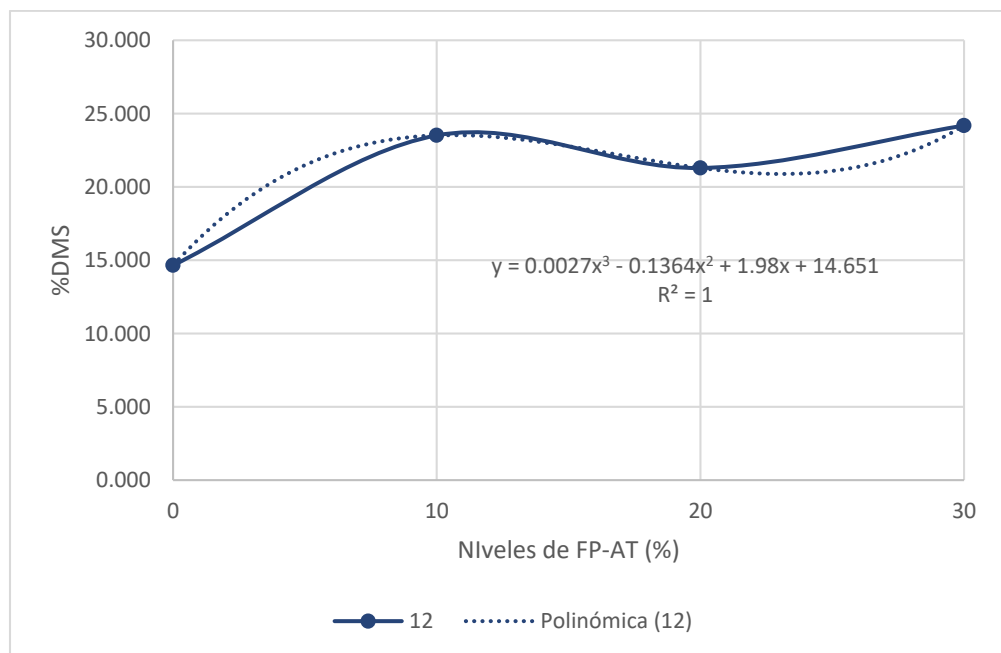


Figura 3

Porcentaje de degradabilidad de materia seca incubados a 48 horas, en diferentes niveles de follaje de papa y afrecho de trigo (FP-AT).

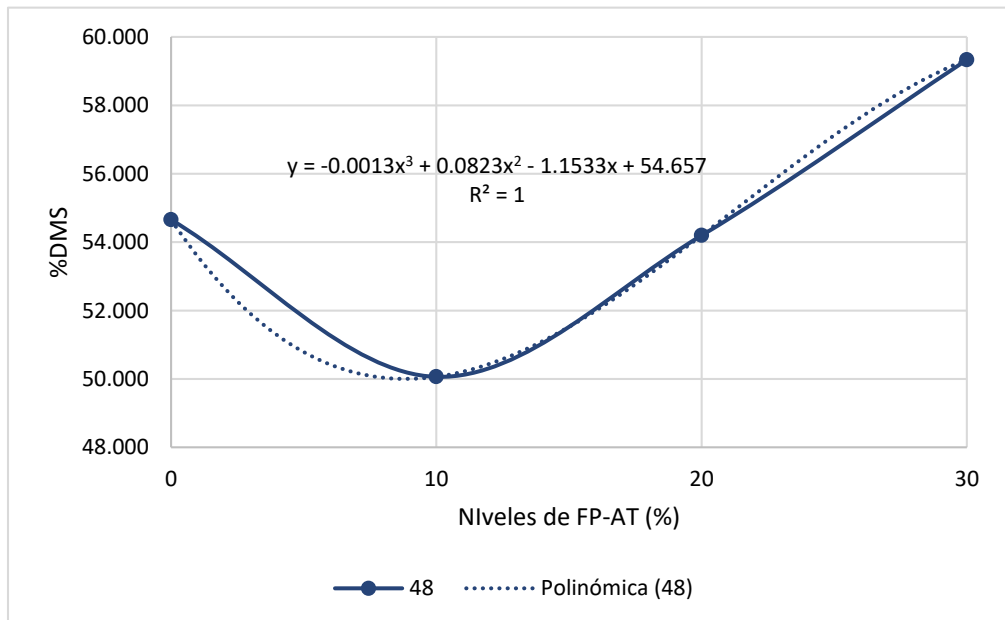


Figura 4

Porcentaje de degradabilidad de materia seca incubados a 72 horas, en diferentes niveles de follaje de papa y afrecho de trigo (FP-AT).

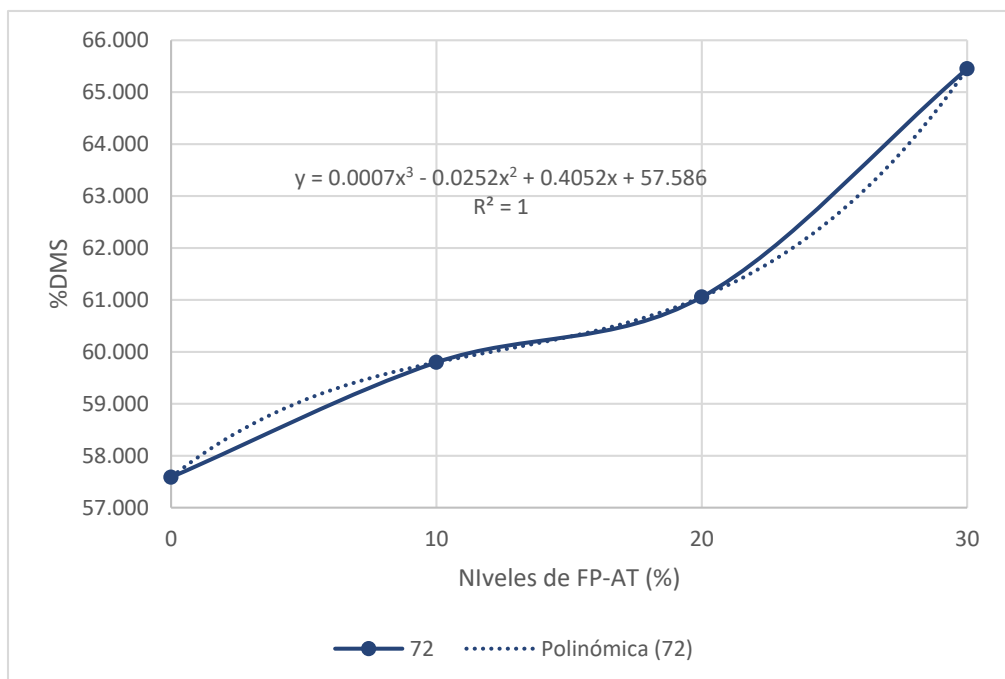


Figura 5

Porcentaje de degradabilidad de proteína cruda incubados a 0 horas, en diferentes niveles de follaje de papa y afrecho de trigo (FP-AT).

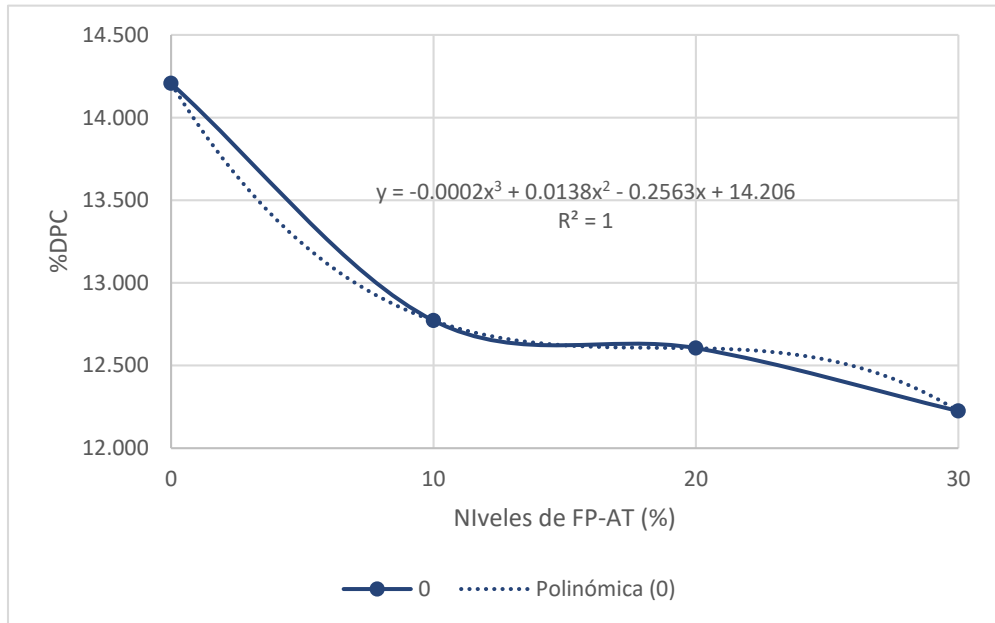


Figura 6

Porcentaje de degradabilidad de proteína cruda incubados a 12 horas, en diferentes niveles de follaje de papa y afrecho de trigo (FP-AT).

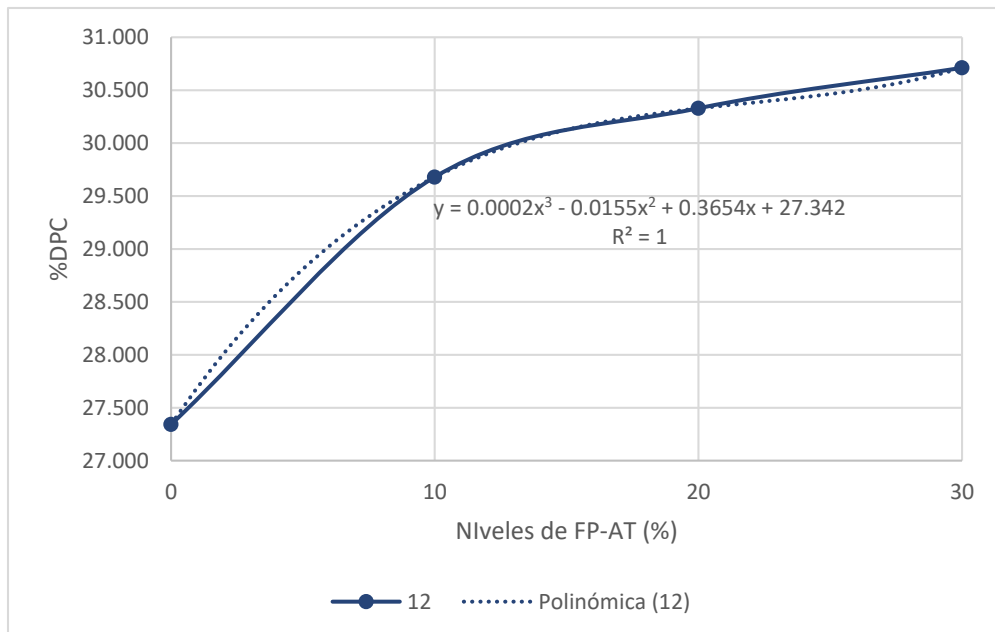


Figura 7

Porcentaje de degradabilidad de proteína cruda incubados a 48 horas, en diferentes niveles de follaje de papa y afrecho de trigo (FP-AT).

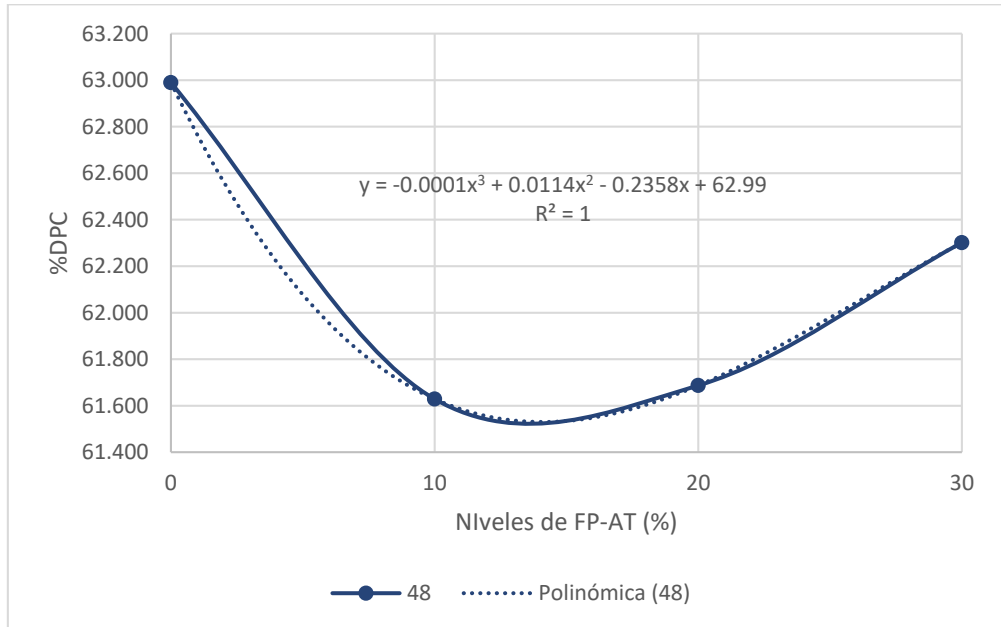


Figura 8

Porcentaje de degradabilidad de proteína cruda incubados a 72 horas, en diferentes niveles de follaje de papa y afrecho de trigo (FP-AT).

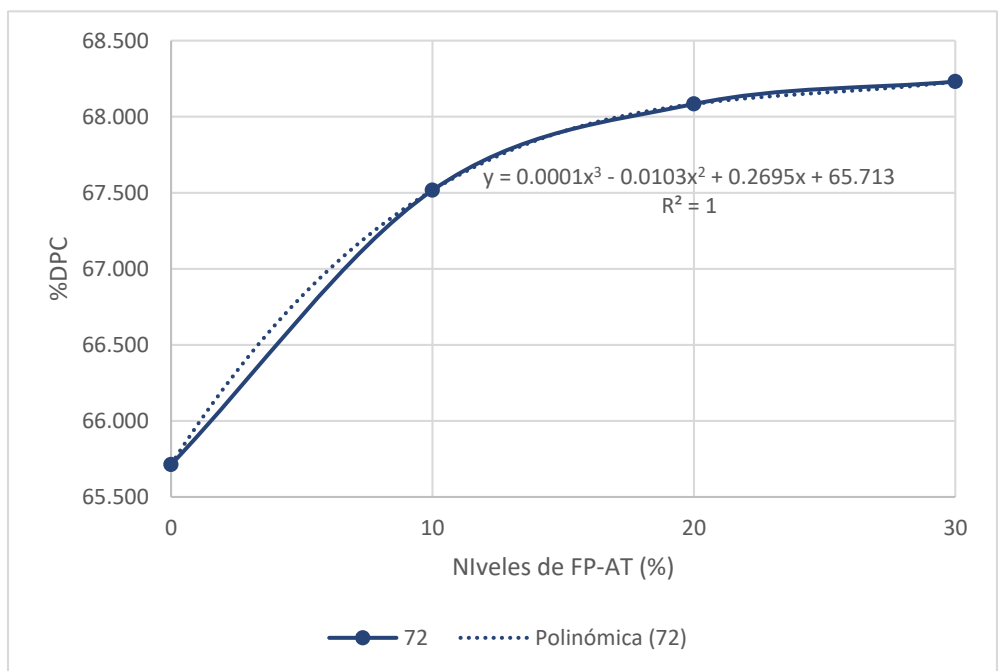


Figura 9

Porcentaje de degradabilidad de materia seca con respecto al 0 % de nivel, en los diferentes tiempos de incubación.

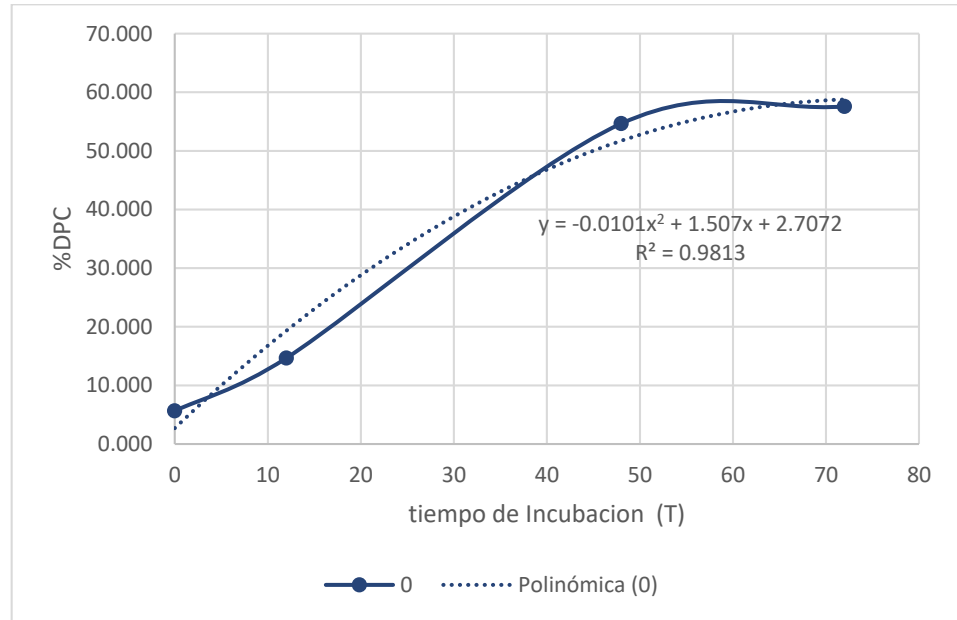


Figura 10

Porcentaje de degradabilidad de materia seca con respecto al 10 % de nivel, en los diferentes tiempos de incubación.

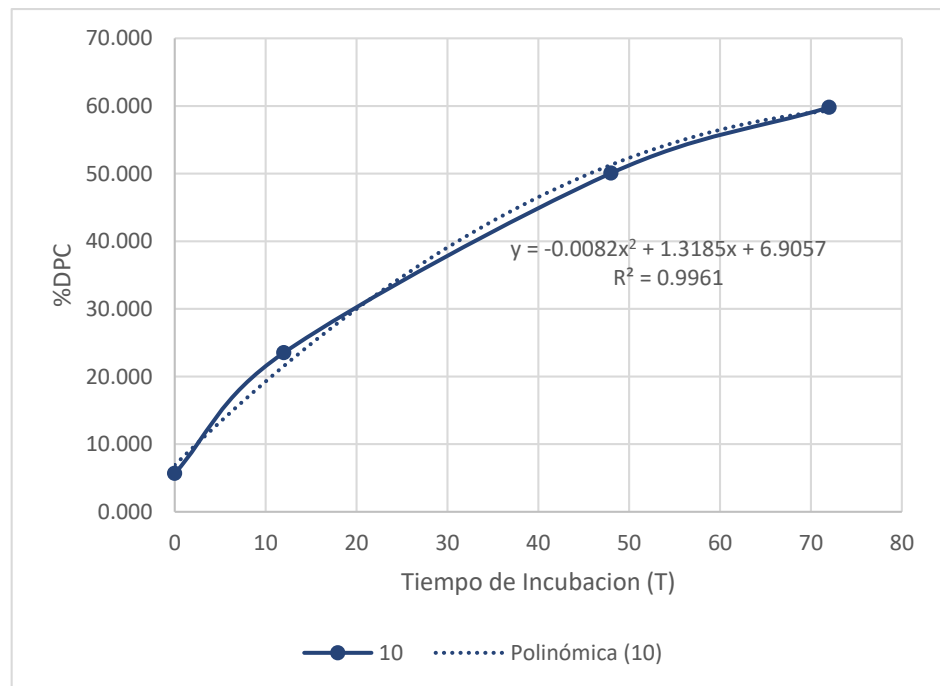


Figura 11

Porcentaje de degradabilidad de materia seca con respecto al 20 % de nivel, en los diferentes tiempos de incubación.

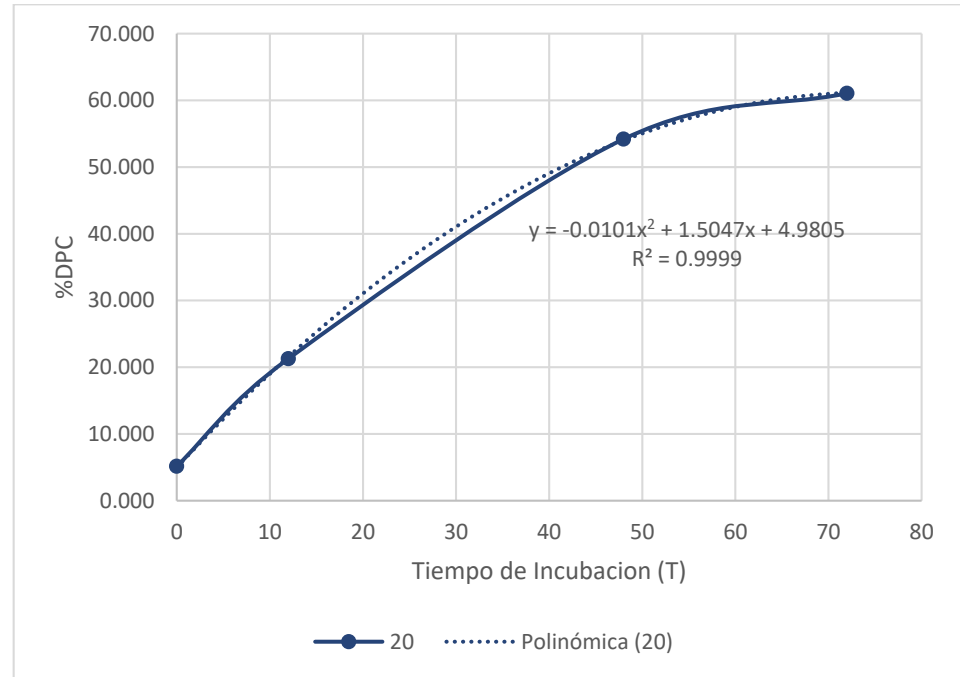


Figura 12

Porcentaje de degradabilidad de materia seca con respecto al 30 % de nivel, en los diferentes tiempos de incubación.

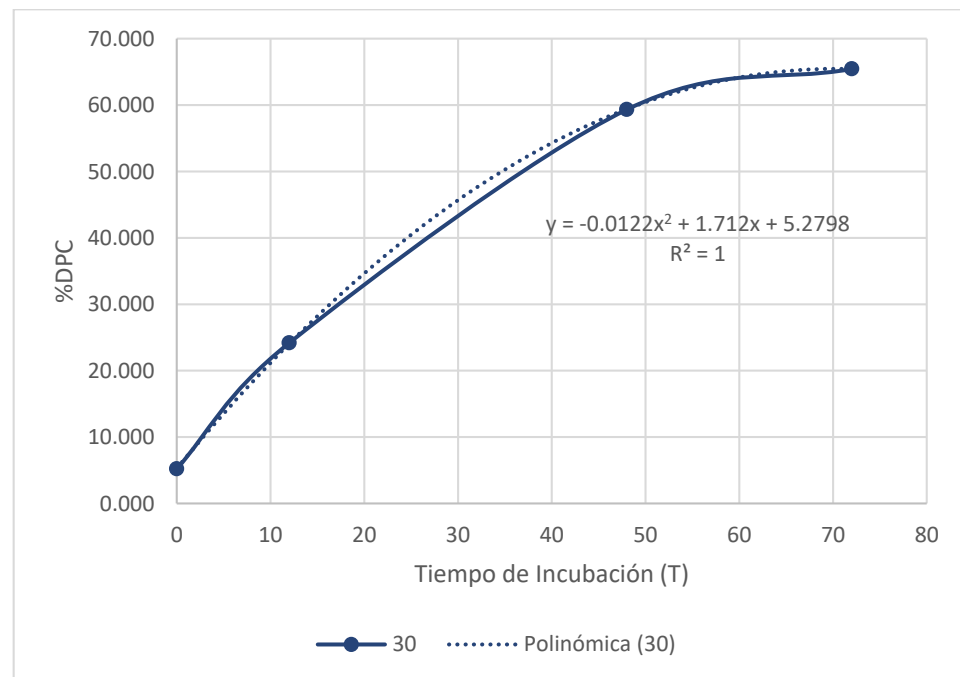


Figura 13

Porcentaje de degradabilidad de proteína cruda con respecto al 0 % de nivel, en los diferentes tiempos de incubación.

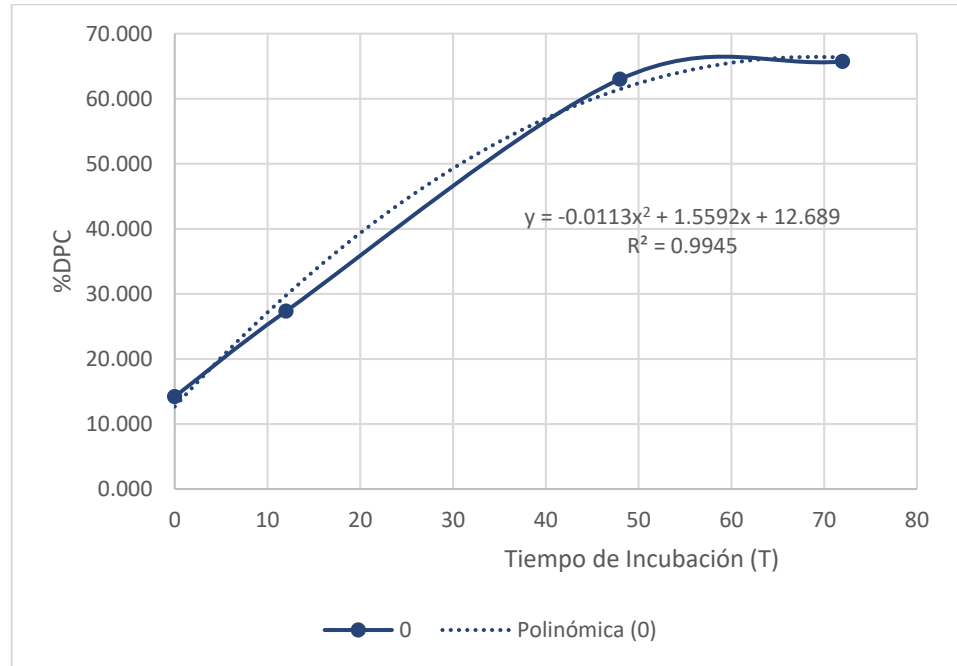


Figura 14

Porcentaje de degradabilidad de proteína cruda con respecto al 10 % de nivel, en los diferentes tiempos de incubación.

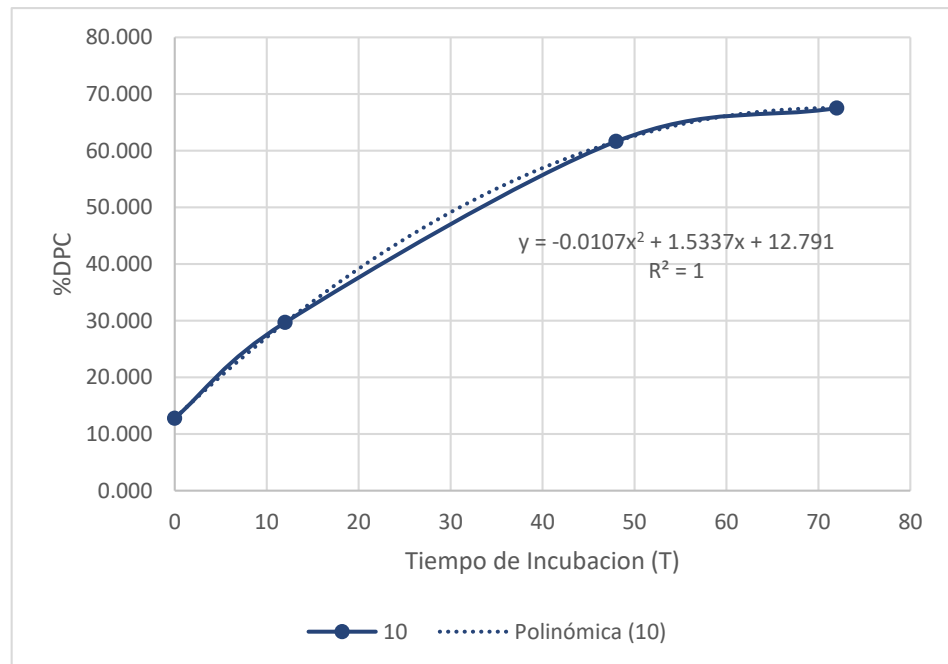


Figura 15

Porcentaje de degradabilidad de proteína cruda con respecto al 20 % de nivel, en los diferentes tiempos de incubación.

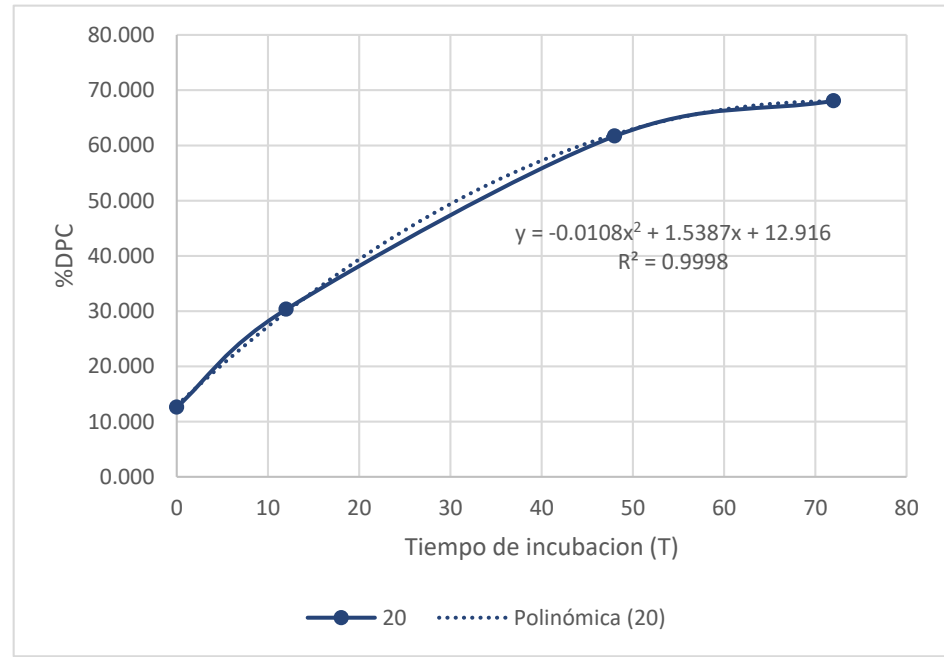


Figura 16

Porcentaje de degradabilidad de proteína cruda con respecto al 30 % de nivel, en los diferentes tiempos de incubación.

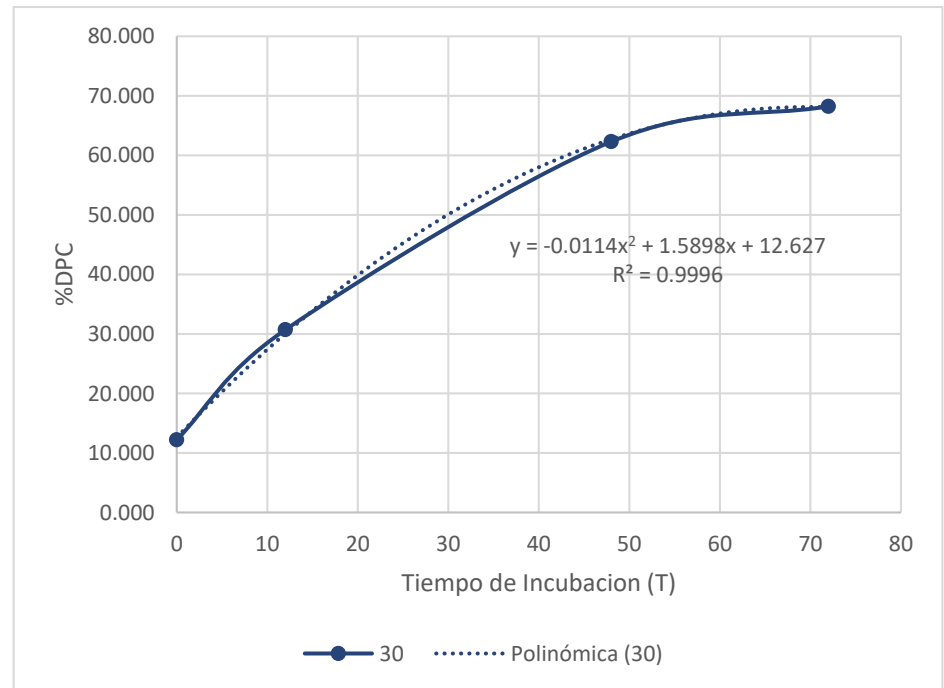


Figura 17

Porcentaje de degradabilidad de materia seca con respecto a la media del parametro a, en los diferentes niveles de FP-AT.

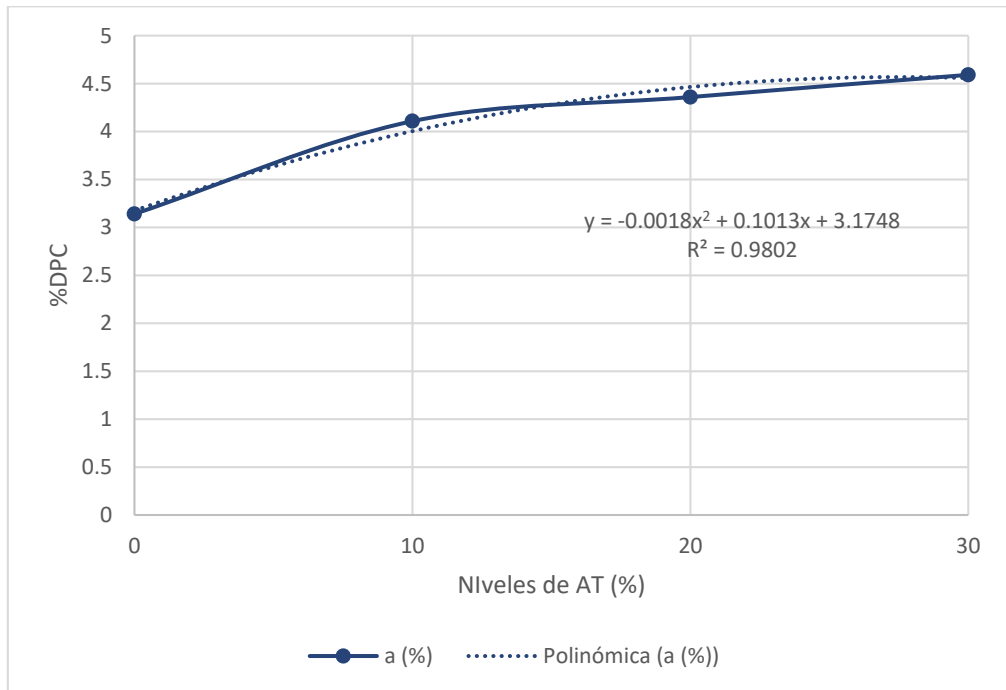


Figura 18

Porcentaje de degradabilidad de materia seca con respecto a la media del parametro b, en los diferentes niveles de FP-AT.

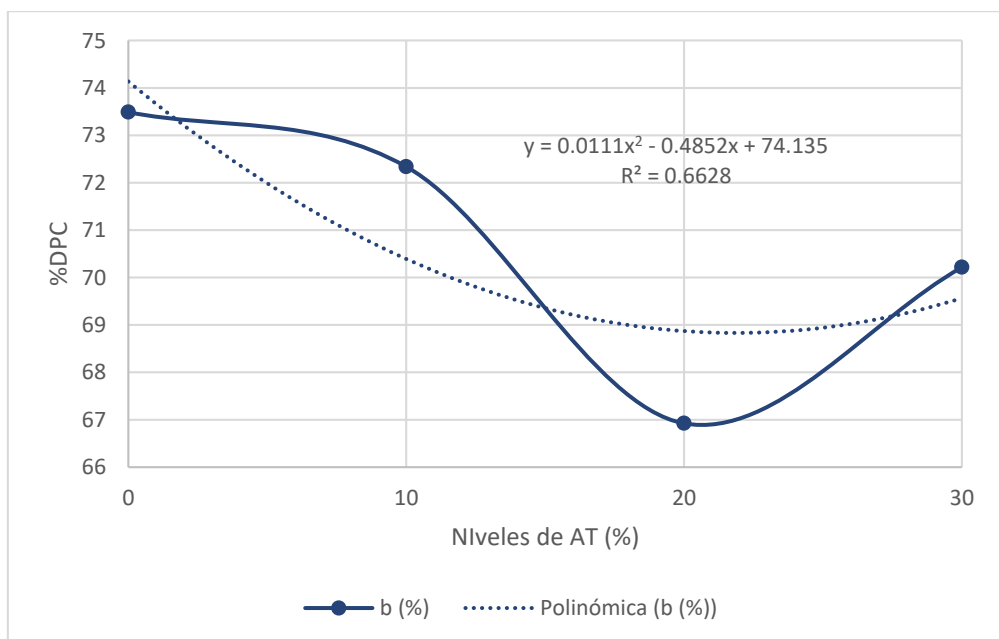


Figura 19

Porcentaje de degradabilidad de materia seca con respecto a la media del parametro i, en los diferentes niveles de FP-AT.

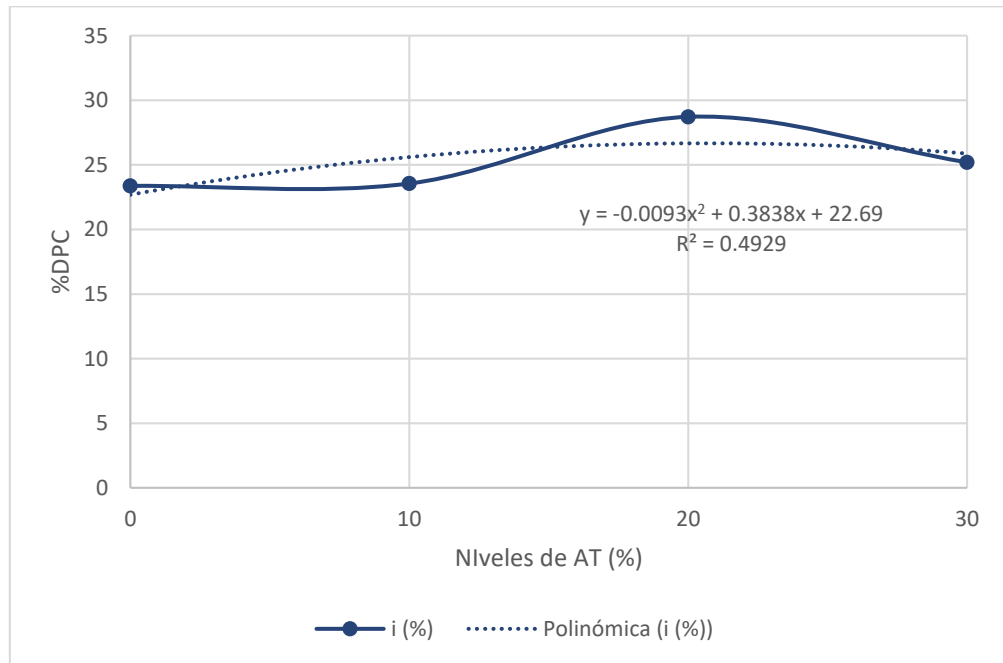


Figura 20

Porcentaje de degradabilidad de materia seca con respecto a la media del parametro DP, en los diferentes niveles de FP-AT.

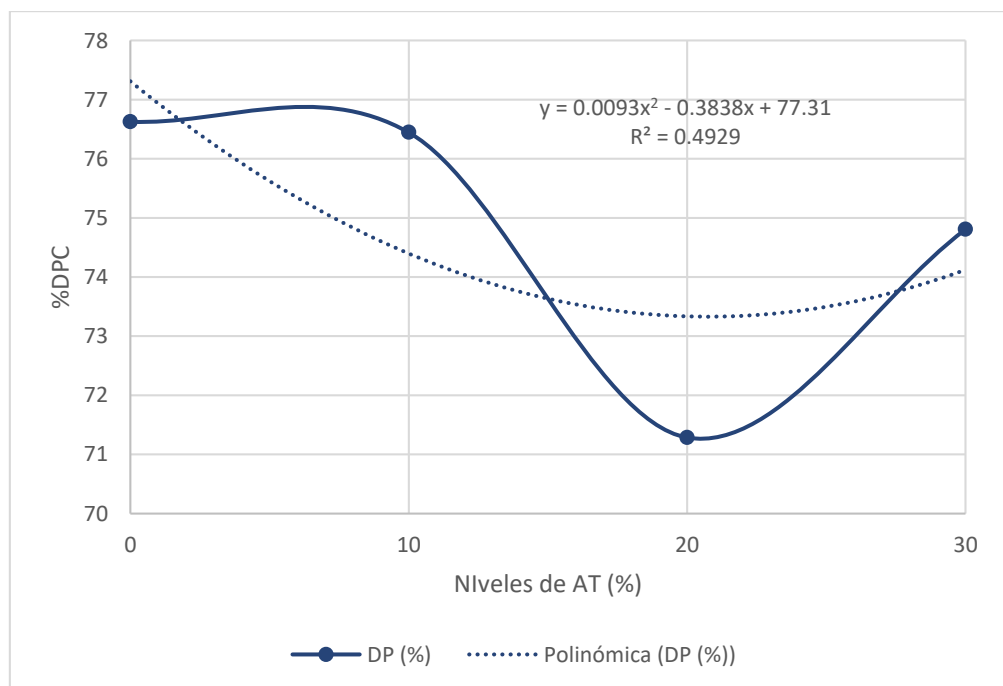


Figura 21

Porcentaje de degradabilidad de materia seca con respecto a la media del parametro c, en los diferentes niveles de FP-AT.

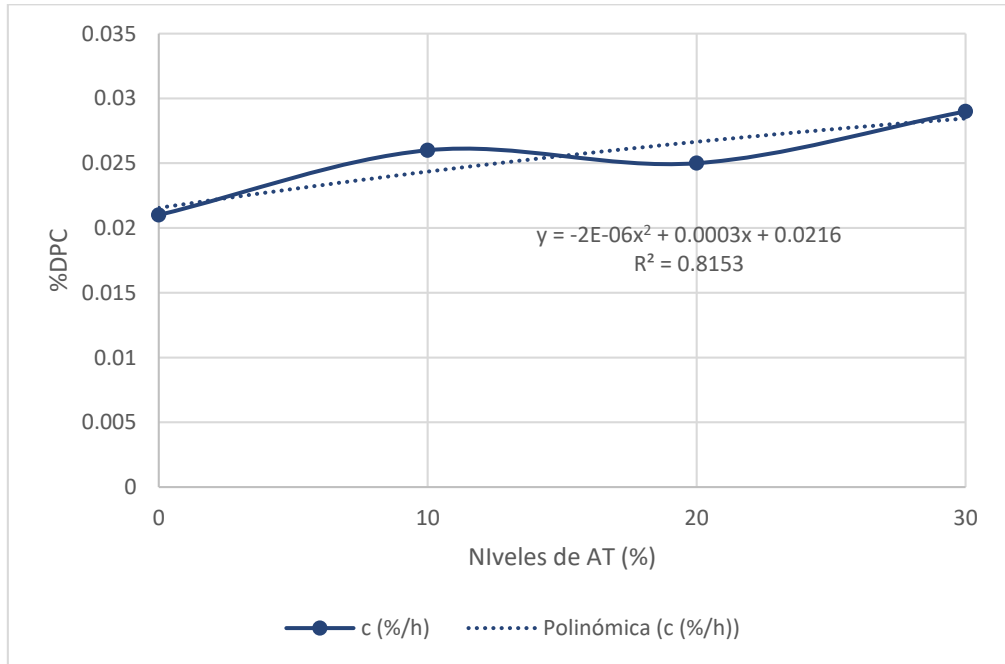


Figura 22

Porcentaje de degradabilidad de materia seca con respecto a la media de la DE a la tasa de pasaje de 2%/h, en los diferentes niveles de FP-AT.

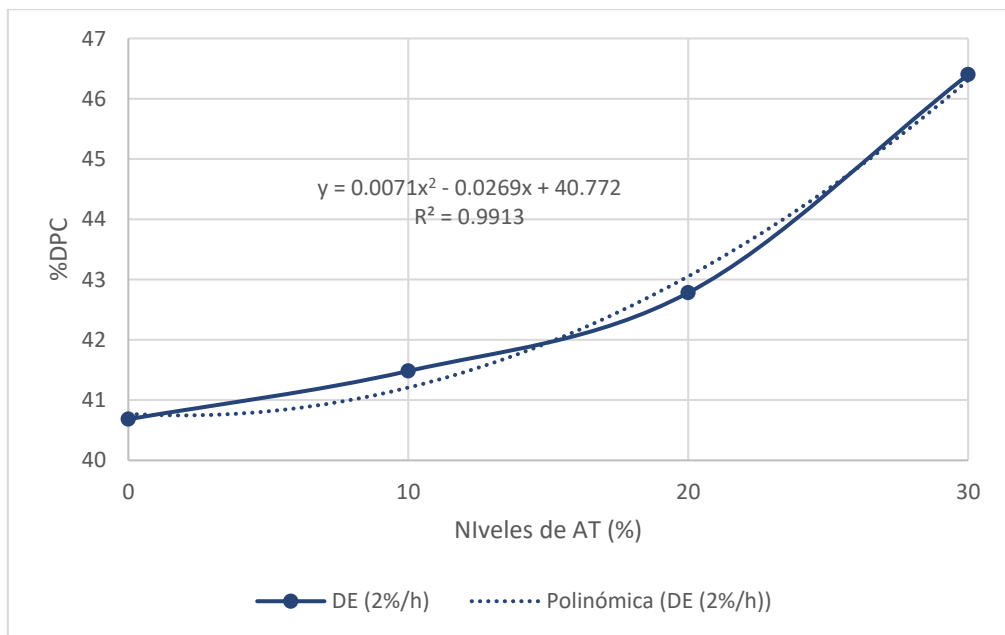


Figura 23

Porcentaje de degradabilidad de materia seca con respecto a la media de la DE a la tasa de pasaje de 5%/h, en los diferentes niveles de FP-AT.

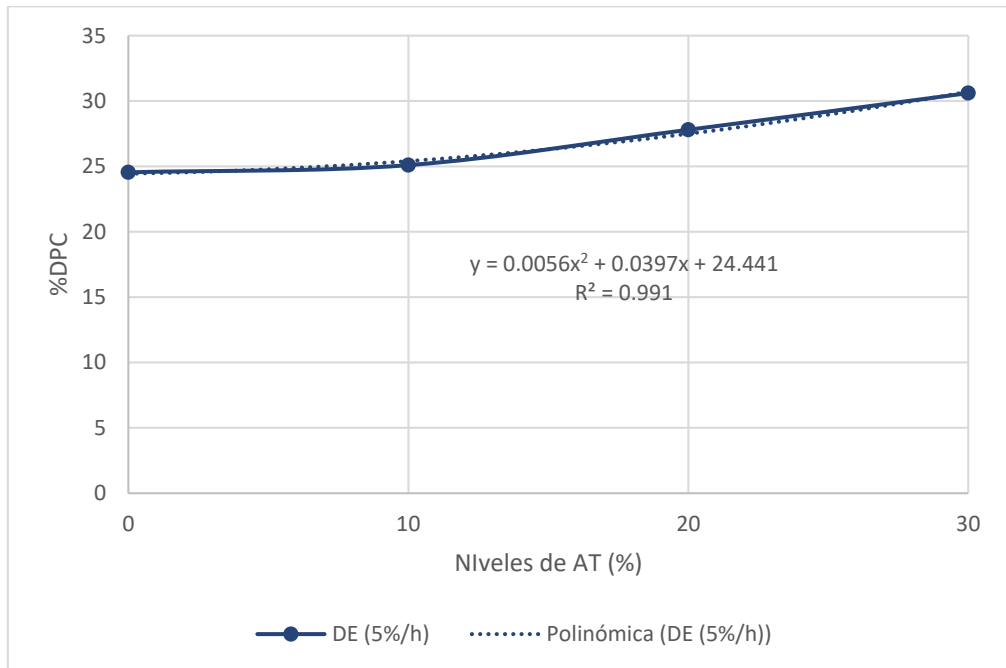


Figura 24

Porcentaje de degradabilidad de materia seca con respecto a la media de la DE a la tasa de pasaje de 8%/h, en los diferentes niveles de FP-AT.

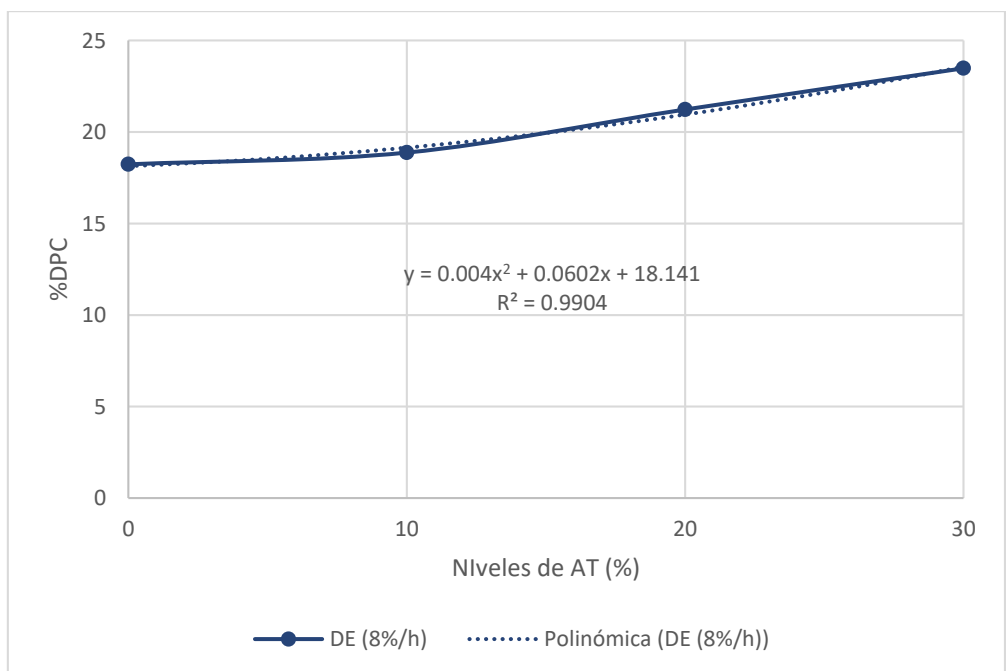


Figura 25

Porcentaje de degradabilidad de proteína cruda con respecto a la media del parámetro a, en los diferentes niveles de FP-AT.

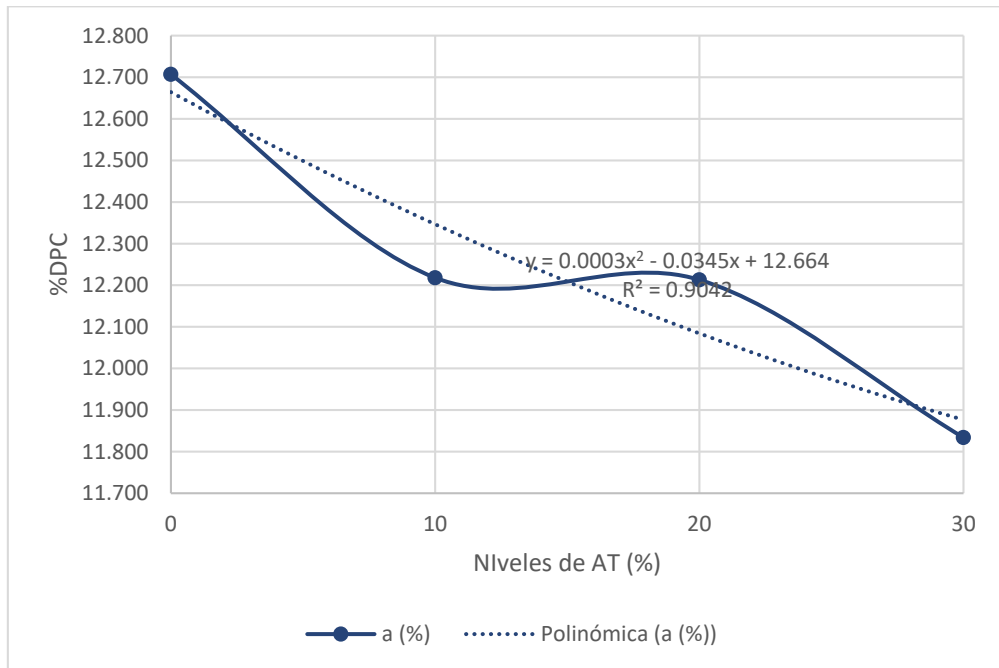


Figura 26

Porcentaje de degradabilidad de proteína cruda con respecto a la media del parámetro b, en los diferentes niveles de FP-AT.

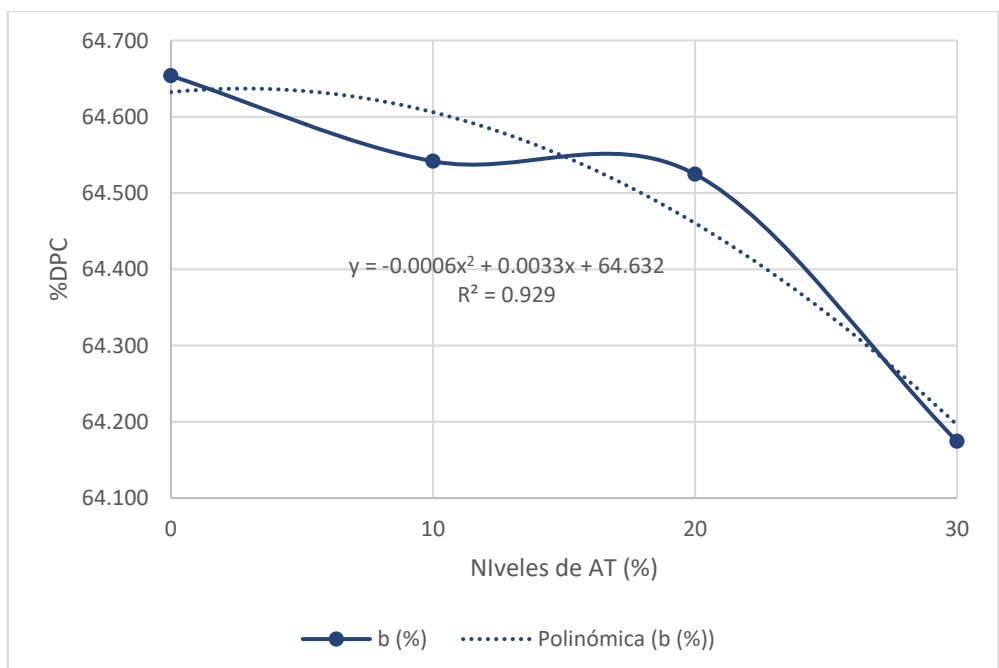


Figura 27

Porcentaje de degradabilidad de proteína cruda con respecto a la media del parametro i, en los diferentes niveles de FP-AT.

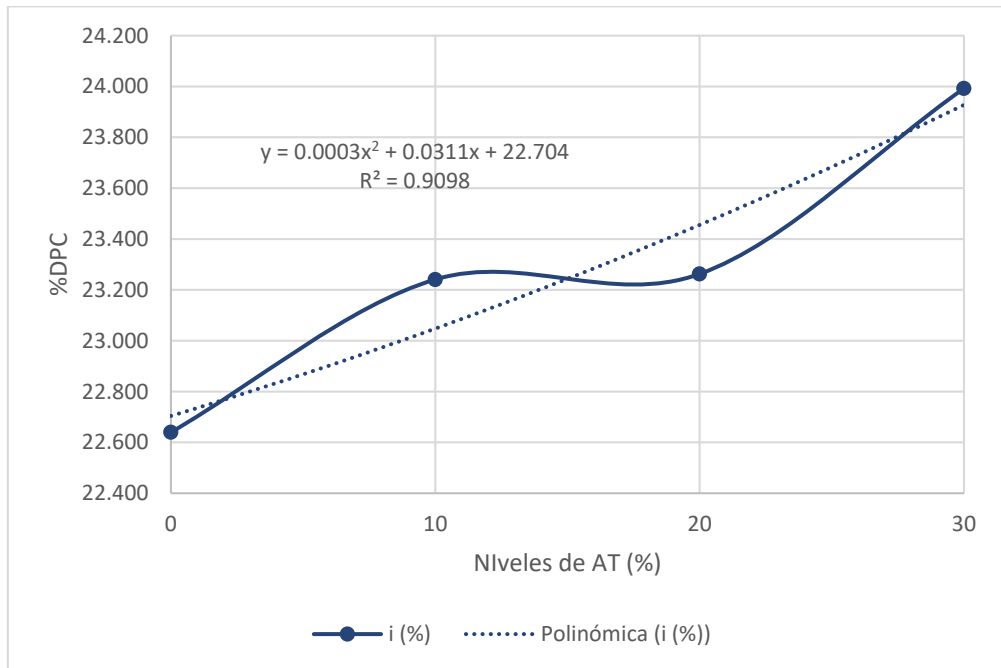


Figura 28

Porcentaje de degradabilidad de proteína cruda con respecto a la media del parametro DP, en los diferentes niveles de FP-AT.

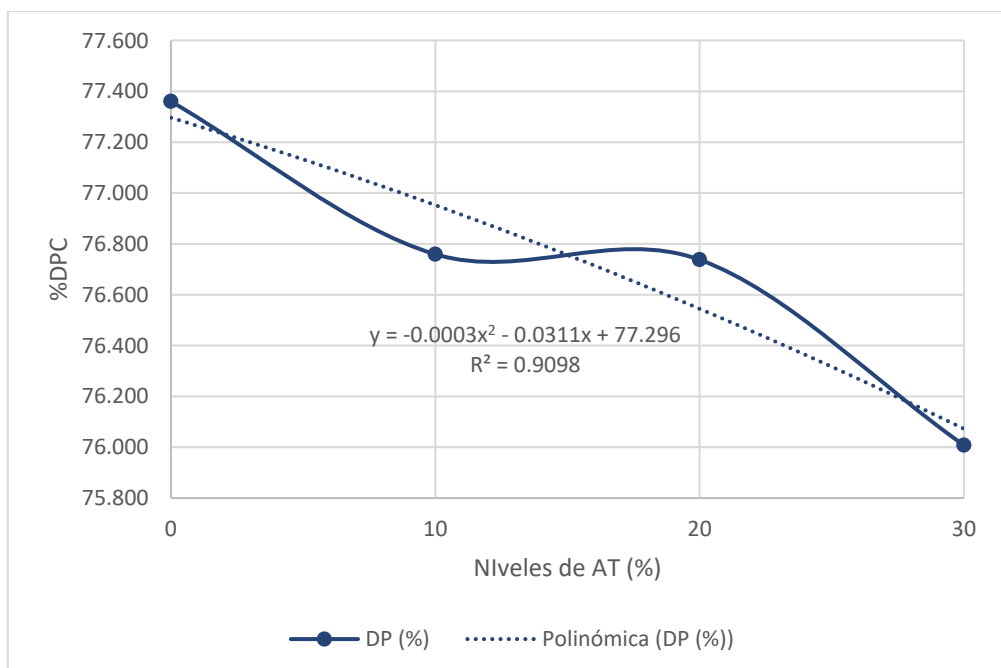


Figura 29

Porcentaje de degradabilidad de proteína cruda con respecto a la media del parámetro c, en los diferentes niveles de FP-AT.

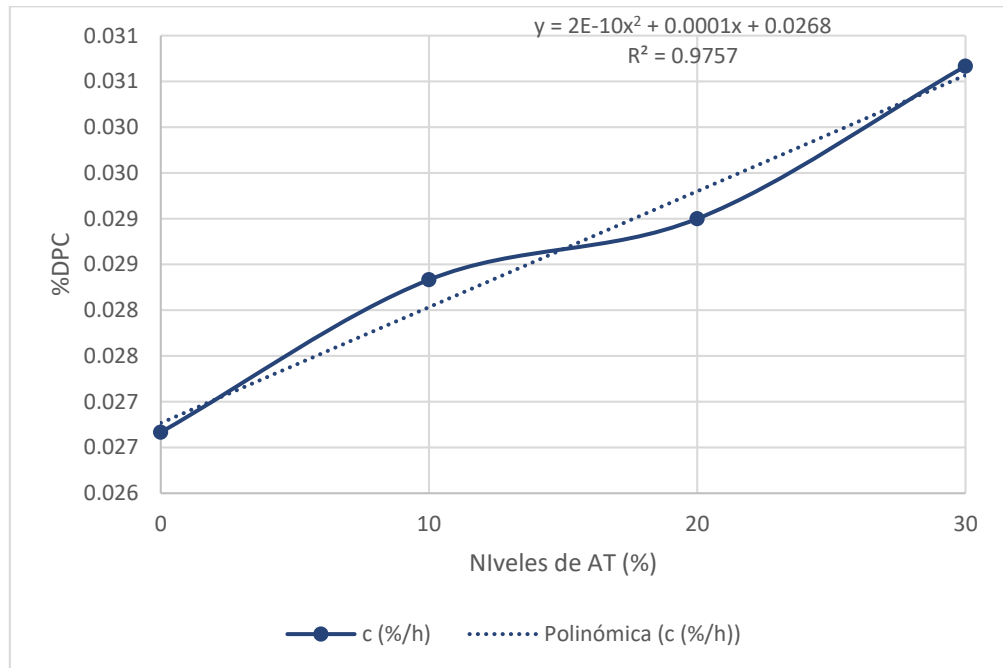


Figura 30

Porcentaje de degradabilidad de proteína cruda con respecto a la media de la DE a la tasa de pasaje de 2%/h, en los diferentes niveles de FP-AT.

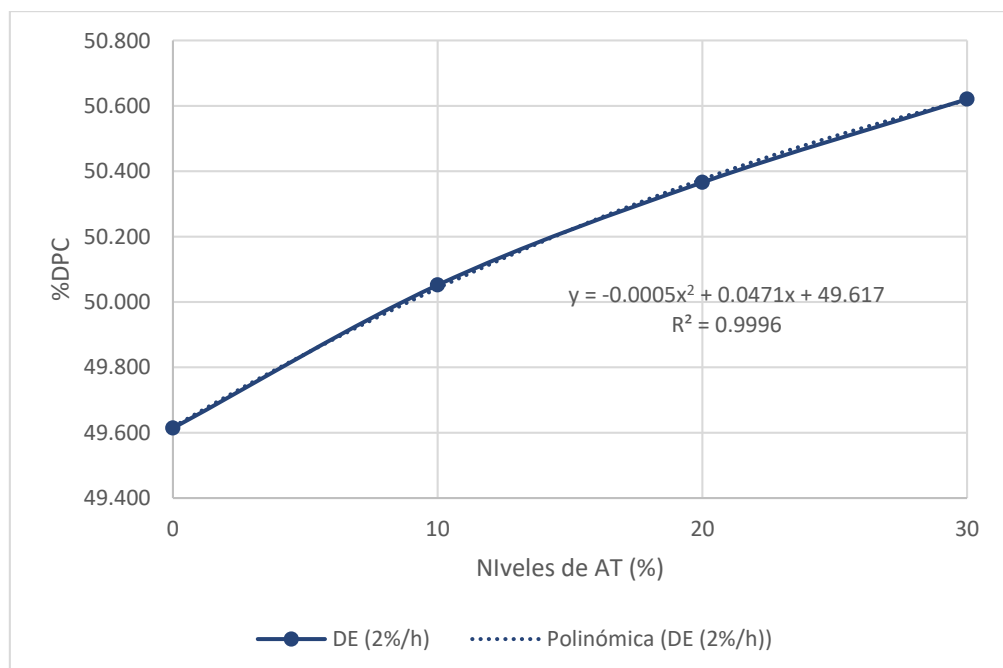


Figura 31

Porcentaje de degradabilidad de proteína cruda con respecto a la media de la DE a la tasa de pasaje de 5%/h, en los diferentes niveles de FP-AT.

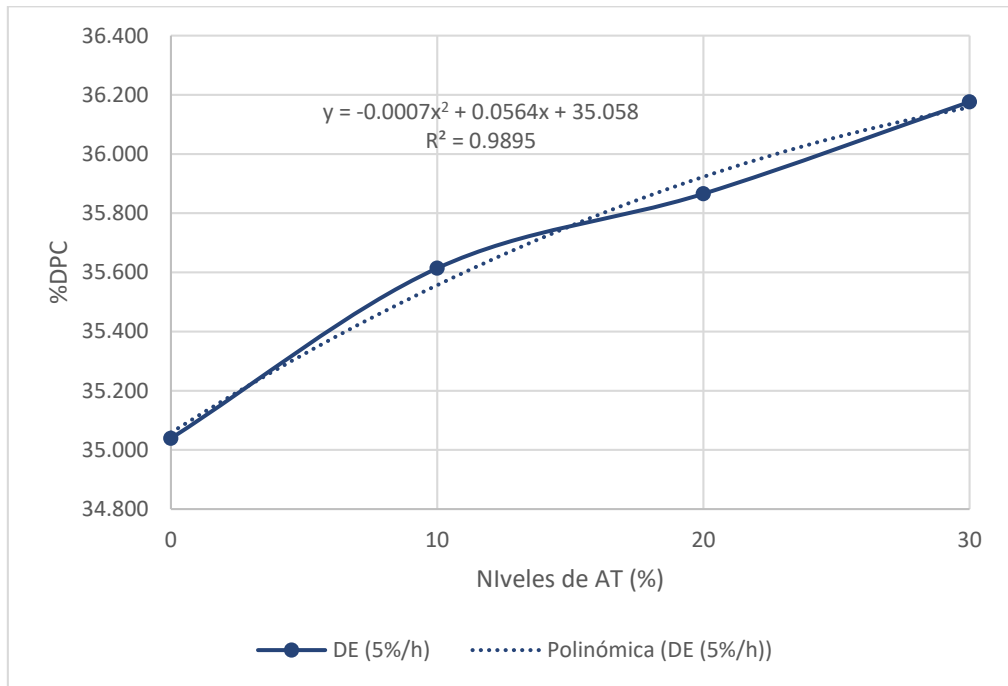
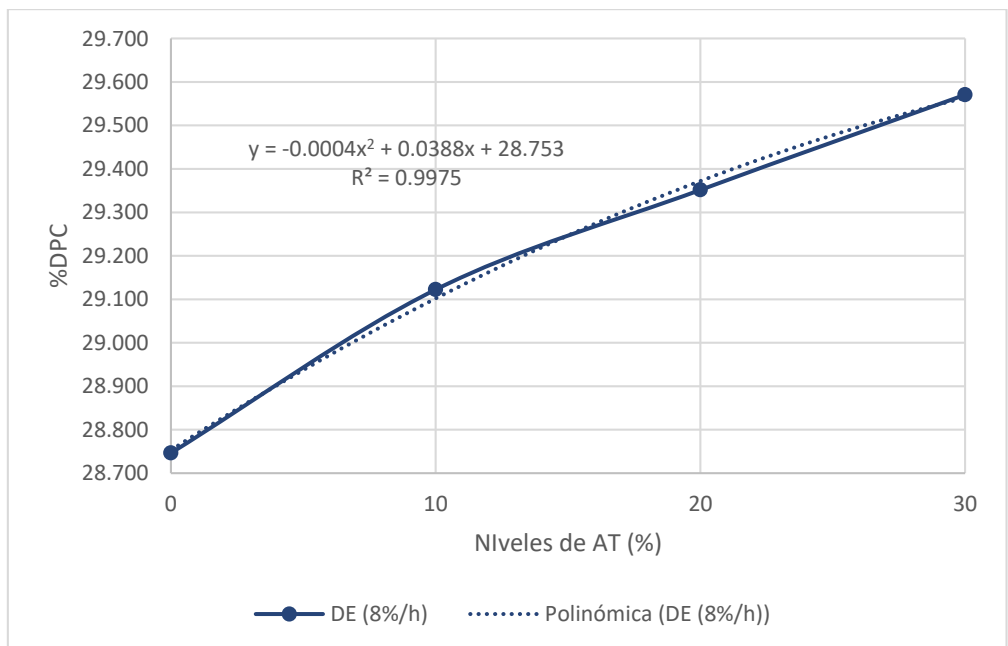


Figura 32

Porcentaje de degradabilidad de proteína cruda con respecto a la media de la DE a la tasa de pasaje de 8%/h, en los diferentes niveles de FP-AT.



Panel fotográfico

Foto 1: Obtención del ensilado



Foto 2: Pesado de muestras para la introducción al rumen



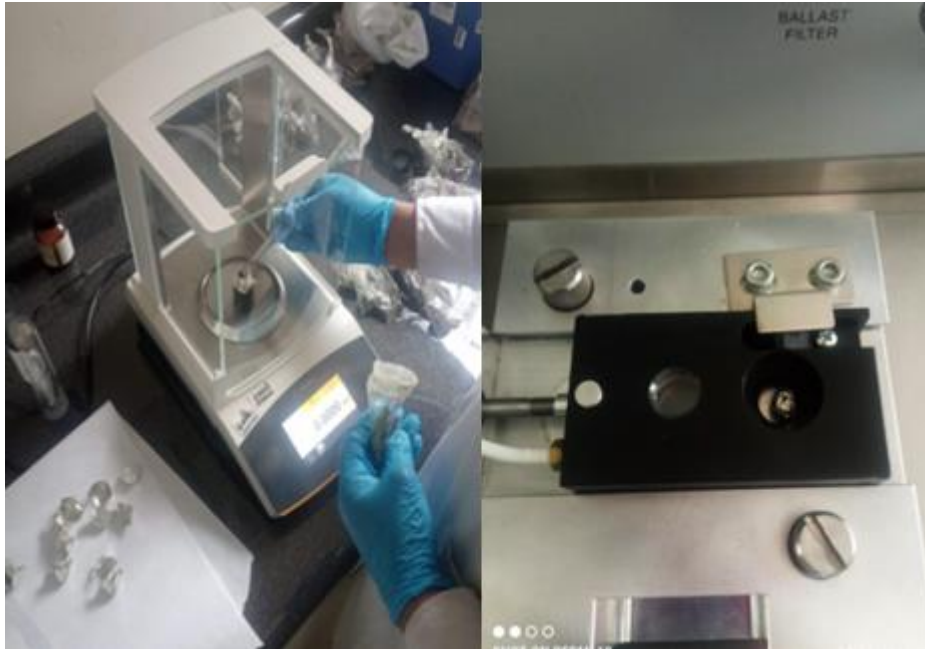
Foto 3: Proceso de incubación de los tratamientos a la alpaca según tiempos



Foto 4: Secado de muestras para registro de datos de la materia seca



Foto 5: Pesado de muestra para la lectura de proteína



NOMBRE DEL TRABAJO

**DEGRADABILIDAD RUMINAL In situ DEL
ENSILADO DE CEBADA CON NIVELES DE
FOLLAJE DE PAPA Y AFRECHO DE TRIG
O EN ALPACAS INFORME FINAL- PARA S
USTENTACION IMPRIMIR.pdf**

AUTOR

**ESCOBAR TAIPE Paz de Adriana MEND
OZA COMUN Violeta Eva**

RECUENTO DE PALABRAS

27604 Words

RECUENTO DE CARACTERES

142360 Characters

RECUENTO DE PÁGINAS

121 Pages

TAMAÑO DEL ARCHIVO

2.3MB

FECHA DE ENTREGA

Jun 16, 2026 10:55 PM GMT-5

FECHA DEL INFORME

Jun 16, 2026 10:58 PM GMT-5

● **22% de similitud general**

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para cada base de datos.

- 21% Base de datos de Internet
- Base de datos de Crossref
- 10% Base de datos de trabajos entregados
- 7% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de contenido publicado de Crossref

● **Excluir del Reporte de Similitud**

- Coincidencia baja (menos de 15 palabras)



Firmado digitalmente por
CASTREJÓN VALDEZ Manuel FAU
20168014962 soft
Motivo: Soy el autor del documento
Fecha: 16.06.2026 23:01:32 -05:00

UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCAMELICA

(creada por ley N° 25267)

FACULTAD DE CIENCIAS DE INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE ZOOTECNIA



INFORME FINAL DE TESIS

DEGRADABILIDAD RUMINAL *In situ* DEL ENSILADO DE CEBADA CON NIVELES DE FOLLAJE DE PAPA Y AFRECHO DE TRIGO EN ALPACAS

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN

Ciencias Agropecuarias y Desarrollo Agroindustrial

SUB LÍNEA

Ciencia Animal

PRESENTADO POR:

Paz de Adriana, ESCOBAR TAIPE

Violeta Eva, MENDOZA COMUN

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Zootecnista

HUANCAVELICA – PERÚ

(2026)

Acta de Sustentación

Certificado de similitud

Título

**DEGRADABILIDAD RUMINAL *In situ* DEL ENSILADO DE CEBADA CON
NIVELES DE FOLLAJE DE PAPA Y AFRECHO DE TRIGO EN ALPACAS**

Autores

Paz de Adriana, ESCOBAR TAIPE

Violeta Eva, MENDOZA COMUN

Asesor

Manuel, CASTREJON VALDEZ

<https://orcid.org/0000-0002-4535-3278>

DNI: 26603309

44 Dedicatoria

A nuestros padres, por ser el sostén incondicional en cada etapa de este camino. Gracias por enseñarnos el valor del esfuerzo, por acompañarnos con 57 paciencia y amor, esta tesis es el fruto de sus enseñanzas su ejemplo y fe constante.

A nuestros maestros 12 por compartir no solo conocimiento, sino también paciencia y humanidad, cada clase cada consejo y cada desafío, dejaron huellas que van más allá de lo académico, nos enseñaron pensar, cuestionar, y a crecer, esta tesis también es 12 fruto de su guía su entrega y la confianza que sembraron, admiración y gratitud. Gracias por ser parte esencial de este camino.

Agradecimiento

Expresamos nuestra profunda gratitud a nuestros padres por el apoyo incondicional que nos brindaron durante este largo camino del estudio, de igual forma a nuestros familiares, que de alguna u otra forma contribuyeron al desarrollo de esta tesis.

De igual manera, agradecemos al asesor de tesis, Dr. Manuel Castrejón Valdez, ³⁸ por su guía paciencia y dedicación durante todo el proceso, sus valiosas observaciones y su apoyo fueron esenciales para la finalización de este proyecto. Así mismo extendemos nuestra gratitud a los miembros del comité evaluador, cuyos comentarios y sugerencias mejoraron significativamente nuestra investigación.

Quisiéramos agradecer de manera especial al MVZ Alcides Anccasi Cayllahua Q.E.P.D. por su apoyo incondicional en la ejecución de la tesis, y a nuestros docentes por compartir su conocimiento y experiencia. A todos aquellos que creyeron en nosotras y nos alentaron a seguir adelante, a ellos nuestros más sinceros agradecimientos.

Agradecer al Dr. José Luis Contreras Paco, responsable del laboratorio de nutrición animal y evaluación de alimentos (LUNEA), por su apoyo con los animales fistulados, acceso al bioterio de ensayos experimentales de animales rumiantes.

Por otro lado, agradecemos a nuestros amigos y compañeros que nos motivaron para el éxito de esta investigación.

Los tesisistas.

Tabla de contenidos

Acta de Sustentación	ii
Certificado de similitud.....	iii
Título	iv
Autores	v
Asesor	vi
Dedicatoria	vii
Agradecimiento.....	viii
Tabla de contenidos.....	ix
Índice de tablas	xiii
Siglas.....	xvi
Resumen	xvii
Abstract	xviii
Introducción.....	xix
CAPÍTULO I	20
PROBLEMA	20
1.1. Planteamiento del problema	20
1.2. Formulación del problema	22
1.2.1. Problema general	22
1.2.2. Problema específico	22
1.3. Objetivos	22
1.3.1. Objetivo general	22

40	1.3.2. Objetivos específicos	23
	1.4. Justificación	23
	CAPÍTULO II	25
	MARCO TEÓRICO	25
	2.1. Antecedentes	25
	2.2. Bases teóricas.....	38
	2.2.1 Alpaca Raza Huacaya	38
	2.2.2 Degradabilidad ruminal	39
	2.2.3 Ensilado Cebada.....	46
	2.2.4 Follaje de papa	47
	2.2.5 Afrecho de Trigo	49
	2.2.6 Tiempo de incubación	50
2	2.3. Hipótesis.....	50
	2.3.1. Hipótesis general	50
	2.3.2. Hipótesis específica	51
	2.4. Definición de términos	51
	2.5. Identificación de variables.....	54
	2.5.1. Variable dependiente:	54
	2.5.2. Variable independiente:	54
	2.6. Operacionalización de variables e indicadores.....	55

2	CAPÍTULO III	56
	MATERIALES Y METODOS	56
3.1.	Ámbito temporal y espacial	56
3.2.	Tipo de investigación	56
3.3.	Nivel de investigación	57
3.4.	Método de investigación	57
3.5.	Diseño de investigación	57
3.6.	Población, muestra y muestreo	59
3.6.1.	Población:	59
3.6.2.	Muestra:	59
3.6.3.	Muestreo:	59
3.7.	Técnicas e instrumentos para recolección de datos	59
3.8.	Técnicas de procesamiento y análisis de datos	60
a	A nivel de campo	60
b	A nivel de laboratorio	62
	CAPÍTULO IV	65
	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	65
4.1.	Presentación e interpretación de datos	65
4.2.	Discusión de los resultados	75
4.3.	Proceso de prueba de hipótesis	78
4.3.1.	Planteamiento de hipótesis	78

63	4.3.2. Nivel de significancia	79
	4.3.3. Estadístico de prueba y diseño	79
	4.3.4. Resultados del contraste	79
	4.3.5. Resumen de la decisión sobre las hipótesis planteadas	80
	Conclusiones	81
	Recomendaciones	82
	BIBLIOGRAFÍA	83
	ANEXOS	94
	MATRIZ DE CONSISTENCIA	94
	Panel fotográfico	119

Índice de tablas

N ^o		Pág.
25	Tabla 1. Valor nutricional de ensilaje de cebada	46
	Tabla 2. Valoración nutricional de los microsilos de follaje de papa.	47
	Tabla 3. Valores máximos de trigo en la dieta de rumiantes.	48
	Tabla 4. Operacionalización de variables e indicadores.	54
	Tabla 5. Análisis de varianza ANOVA de la materia seca y proteína cruda	65
	Tabla 6. Degradabilidad media (%) de la materia seca en función a los niveles de follaje de papa y afrecho de trigo.	66
	Tabla 7. Degradabilidad media (%) de la proteína cruda en función a los niveles de follaje de papa y afrecho de trigo.	67
	Tabla 8. Degradabilidad media (%) de la materia seca en función a los tiempos de incubación.	68
	Tabla 9. Degradabilidad media (%) de la proteína cruda en función a los tiempos de incubación.	69
	Tabla 10. Degradabilidad media de los parámetros cinéticos de la materia seca (MS) en los diferentes términos de fracción, degradabilidad y tasa de pasaje del ensilado de cebada con niveles de follaje de papa y afrecho de trigo.	70
	Tabla 11. Degradabilidad media de los parámetros cinéticos de la proteína cruda (PC) en diferentes términos de fracción, degradabilidad y tasa de pasaje del ensilado de cebada con niveles de follaje de papa y afrecho de trigo.	72
	Tabla 12. ANOVA del parámetro cinético de la materia seca (MS) en termino de fracción soluble (a) del ensilado de cebada con niveles de follaje de papa y afrecho de trigo.	95
	Tabla 13. ANOVA del parámetro cinético de la materia seca (MS) en termino de fracción potencialmente degradable (b) del ensilado de cebada con niveles de follaje de papa y afrecho de trigo.	95
	tabla 14. ANOVA del parámetro cinético de la materia seca (MS) en término de indegradabilidad (i) del ensilado de cebada con niveles de follaje de papa y afrecho de trigo.	95
	tabla 15. ANOVA del parámetro cinético de la materia seca (MS) en termino degradabilidad potencial (DP) del ensilado de cebada con niveles de follaje de papa y afrecho de trigo.	96

tabla 16	ANOVA del parámetro cinético de la materia seca (MS) en termino tasa de degradación (c) del ensilado de cebada con niveles de follaje de papa y afrecho de trigo.	96
tabla 17	ANOVA del parámetro cinético de la materia seca (MS) en termino degradabilidad efectiva en la tasa de pasaje de 2% (DE-2%/h) del ensilado de cebada con niveles de follaje de papa y afrecho de trigo.	96
tabla 18	ANOVA del parámetro cinético de la materia seca (MS) en termino degradabilidad efectiva en la tasa de pasaje de 5% (DE-5%/h) del ensilado de cebada con niveles de follaje de papa y afrecho de trigo.	97
tabla 19	ANOVA del parámetro cinético de la materia seca (MS) en termino degradabilidad efectiva en la tasa de pasaje de 8% (DE-8%/h) del ensilado de cebada con niveles de follaje de papa y afrecho de trigo.	97
tabla 20	ANOVA del parámetro cinético de la proteína cruda (PC) en termino de fracción soluble (a) del ensilado de cebada con niveles de follaje de papa y afrecho de trigo.	97
tabla 21	ANOVA del parámetro cinético de la proteína cruda (PC) en termino de fracción potencialmente degradable (b) del ensilado de cebada con niveles de follaje de papa y afrecho de trigo.	98
tabla 22	ANOVA del parámetro cinético de la proteína cruda (PC) en término de indegradabilidad (i) del ensilado de cebada con niveles de follaje de papa y afrecho de trigo.	98
tabla 23	ANOVA del parámetro cinético de la proteína cruda (PC) en termino degradabilidad potencial (DP) del ensilado de cebada con niveles de follaje de papa y afrecho de trigo.	98
tabla 24	ANOVA del parámetro cinético de la proteína cruda (PC) en termino tasa de degradación (c) del ensilado de cebada con niveles de follaje de papa y afrecho de trigo.	99
tabla 25	ANOVA del parámetro cinético de la proteína cruda (PC) en termino degradabilidad efectiva en la tasa de pasaje de 2% (DE-2%/h) del ensilado de cebada con niveles de follaje de papa y afrecho de trigo.	99
tabla 26	ANOVA del parámetro cinético de la proteína cruda (PC) en termino degradabilidad efectiva en la tasa de pasaje de 5% (DE-5%/h) del ensilado de cebada con niveles de follaje de papa y afrecho de trigo.	99
tabla 27	ANOVA del parámetro cinético de la proteína cruda (PC) en termino degradabilidad efectiva en la tasa de pasaje de 8% (DE-8%/h) del ensilado de cebada con niveles de follaje de papa y afrecho de trigo.	100

Panel fotográfico

N°		Pág.
Foto 1.	Obtención del ensilado.	119
Foto 2.	Pesado de muestras para la introducción al rumen.	119
Foto 3.	Incubación de los tratamientos a la alpaca según tiempos.	120
Foto 4.	Secado de muestras para registro de datos de la materia seca.	120
Foto 5.	Pesado de muestra para la lectura de proteína.	121

Siglas

MS: Materia seca

PC: Proteína cruda

DP: Degradabilidad potencial

DE: Degradabilidad efectiva

FP: Follaje de papa

AT: Afrecho de trigo

T: Tiempo

Resumen

La investigación evaluó la degradabilidad *in situ* de la materia seca (MS) y proteína cruda (PC) del ensilado de cebada, con diferentes niveles de follaje de papa y afrecho (FP-AT) de trigo utilizando tres alpacas fistuladas. Se empleó el diseño de bloques completos al azar con arreglo factorial 4*4 (niveles de follaje de papa-afrecho de trigo y tiempos de incubación), se estimó la degradabilidad potencial (DP) y efectiva (DE). Los resultados mostraron efectos significativos de los niveles de follaje de papa y afrecho de trigo, así como de su interacción, en la degradabilidad potencial y efectiva de la materia seca (MS), con valores iniciales de 5.4 % a más del 60 % a las 72 horas. La degradabilidad potencial (DP) de la materia seca fue elevada con valores de 71.29% y 76.63%. Los mejores resultados se dieron con 0, 10 y 30% de inclusión de FP – AT, la respuesta fue curvilínea, con óptimo en niveles bajos o moderados. En caso de la DE de materia seca presentó una tendencia de reducción al aumentar la tasa de pasaje, este efecto positivo se mostró con tasa de pasaje 2%/h lo que indica un mayor aporte de FP- AT y favorece la disponibilidad de la materia seca en fermentaciones más prolongadas. La DP de la proteína cruda fue alta en todos los niveles de FP – AT (76.01 a 77.36%), el valor más alto se obtuvo sin la inclusión de FP – AT, al aumentar su nivel se registraron disminuciones leves y diferencias entre tratamientos. En la DE de la proteína cruda disminuyó numéricamente al incluir FP-AT. A la tasa de pasaje de 2%/h hubo aumento en la DE de la PC, observando diferencia significativa ($p < 0.05$) entre los niveles de 10, 20 y 30% de FP-AT en relación al tratamiento control. Se concluye por los altos valores de la DP y DE de la MS y de la PC de los ensilados incluidos del coproducto deben ser incluidos en las tablas de composición química – bromatológica de alimentos.

Palabras clave: Degradabilidad *In situ*, ensilado de cebada, degradabilidad potencial y efectiva.

Abstract

In situ methods were developed using non-degradable bags to observe the disappearance of their contents, thereby providing information on the potential and effective degradability of dry matter and crude protein. The study evaluated the in situ degradability of dry matter (DM) and crude protein (CP) in barley silage, with different levels of potato foliage and wheat bran, using three fistulae alpacas. A completely randomized block design with a 4×4 factorial arrangements was used; we analyzed the effect of the levels on potential (PD) and effective (ED) degradability. The results showed significant effects of the levels of potato foliage and wheat bran, as well as their interaction, on the potential and effective degradability of dry matter (DM), with initial values ranging from 5.4% to over 60% at 72 hours. The potential degradability (PD) of dry matter was high, with values of 71.29% and 76.63%. The best results were obtained with 0%, 10%, and 30% inclusion of FP-AT; the response was curvilinear, with an optimum at low or moderate levels. In the case of effective degradability (ED) of dry matter, there was a downward trend as the flow rate increased; this positive effect was observed at a flow rate of 2%/h, indicating that a higher inclusion of FP-AT enhances the availability of dry matter during longer fermentations. The DP of crude protein was high at all levels of FP-AT (76.01 to 77.36%); the highest value was obtained without the inclusion of FP-AT; as its level increased, slight decreases and differences between treatments were observed. The DE of crude protein decreased numerically when FP-AT was included at a passage rate of 2%/h; there was an increase in the DE of PC, with a significant difference ($p < 0.05$) observed between the 10%, 20%, and 30% FP-AT levels compared to the control treatment. It is concluded that, due to the high DP and DE values of the DM and CP in the silages containing the product, they should be included in the chemical and bromatological composition table for foods.

Keywords: In situ degradability, barley silage, potential and effective degradability.

Introducción

La crianza de alpacas representa una de las actividades productivas, económicas y culturales más relevantes para las comunidades altoandinas del Perú, constituyendo la base de sustento de miles de familias en regiones como Huancavelica, Puno y Arequipa. Sin embargo, enfrenta limitaciones asociadas a la estacionalidad de los recursos forrajeros durante la época seca que afecta el crecimiento, producción y la salud de los animales. Ante esta problemática, es necesario recurrir a fuentes alternativas de alimento que sean accesibles, económicas y capaces de cubrir alternativas nutricionales de la alpaca (Quispe, 2018).

Los residuos de cosecha y subproductos agroindustriales se perfilan como alternativas sostenibles, el follaje de papa y afrecho de trigo son recursos disponibles en la zona andina, asimismo la cebada forrajera es un cultivo adaptado a las condiciones locales, y su conservación mediante ensilado permite preservar su valor nutritivo, esta condición podría mejorar su aprovechamiento (Cordero, *et al*, 2018).

Por estas consideraciones, se plantea la siguiente hipótesis: La degradabilidad ruminal *in situ* del ensilado de cebada difiere entre los niveles de follaje de papa – afrecho de trigo en alpacas, tanto potencial como efectiva de la materia seca y de la proteína cruda.

El trabajo de investigación está constituido por cuatro secciones: El capítulo I, delimita el problema de estudio, formulación del mismo en la especificación de los objetivos que considera la importancia del estudio. Capítulo II detalla el marco teórico, antecedentes y variables en estudio. Capítulo III menciona la metodología de la investigación, diseño, población, técnicas e instrumentos y procesamiento de datos y Capítulo IV lo cual detalla los resultados del estudio. En la parte final del trabajo se presenta las conclusiones y recomendaciones relevantes.

7 **CAPÍTULO I**

PROBLEMA

1.1. Planteamiento del problema

El Perú es uno de los países con mayor población de alpacas con un número de 3 685 516, de las cuales 1 459 903 se encuentra en Puno, el resto está distribuido en Arequipa, Huancavelica y Apurímac (INEI, 2012). La alimentación básica de esta especie es a base de pastizales, que es de poca disponibilidad a causa del sobrepastoreo además del cambio climático que se viene atravesando actualmente, que en gran parte la ganadería ha sido afectada vigorosamente (Gallegos, 2012).

Las zonas altoandinas tienen factores que limitan la actividad pecuaria y una de ellas es el clima, la cual se caracteriza por dos periodos muy marcados, una lluviosa y otra estación seca, este último ocasiona descensos extremos de la temperatura que conlleva a la pérdida de pastos naturales, además la helada es el factor que más limita el crecimiento de los pastos naturales (Mendoza, 2013).

El ecosistema andino evidencia una variación gradual en la composición florística y en la estructura de la vegetación a medida del paso del tiempo esto como consecuencia del cambio climático dando lugar a matorrales dispersos y

suelos sin vegetación. El cambio climático ha generado alteraciones significativas en las comunidades, en este contexto las elevadas temperaturas han conllevado a la escasez del recurso hídrico para el sector ganadero y agricultor en consecuencia la pérdida de praderas naturales y la deficiente disponibilidad de pastos, la cual es fuente de alimento para los animales, esto conlleva a pérdidas económicas debido a la productividad baja y muerte de los animales a falta del agua, y del alimento (Zapata, 2026)

En la región de Huancavelica una de las actividades pecuarias económicas más importantes es la crianza de alpacas, sin embargo, la producción de esta especie actualmente se ve afectada por la baja producción y calidad de pastos, que perjudica la explotación de la ganadería, en consecuencia, los animales presentan baja rentabilidad para el productor. Sin embargo, algunas investigaciones han revelado que los subproductos de la agroindustria y los residuos de cosecha pueden emplearse para complementar la alimentación de esta especie, y que el valor nutricional de los residuos puede mejorar mediante procedimientos o tratamiento probados (Contreras, 2021).

La importancia del conocimiento sobre la digestibilidad y degradabilidad de los alimentos es necesario para poder así establecer el valor nutricional. ² La digestibilidad hace referencia a la cantidad de alimento que desaparece en el tracto digestivo o en un procedimiento de laboratorio debido a una solubilización o ataque por los microorganismos anaerobias ruminales; mientras que, la degradabilidad hace referencia a la cantidad de alimento que se descompone en sus elementos integrantes, mediante procesos biológicos y químicos. En consiguiente el desconocimiento de la digestibilidad nos conlleva a no poder estimar la proporción de nutriente presentes en el alimento y con respecto a la degradabilidad no se sabría en que magnitud los alimentos se degradan dentro del animal (Perlas, 2022).

Contreras, *et al.* (2019), menciona que la composición química, la degradabilidad y la digestibilidad es de vital importancia conocer para poder

formular dietas para los animales, además, que los forrajes tienen un papel fundamental en la nutrición animal como fuentes de energía a bajo costo y proporciona la fibra necesaria para el mantenimiento de la función ruminal y de la producción.

Según (Castro & Reiner, 2012), el conocimiento de la degradabilidad de un alimento es un parámetro de vital importancia en la producción, ya que es la base para formular dietas con degradación rápida y lenta que permite mantener la fermentación estable en el rumen, optimizando el consumo de recursos locales y reduciendo costos sin afectar el rendimiento productivo.

48 1.2. Formulación del problema

1.2.1. Problema general

¿Cuál es la degradabilidad ruminal *In situ* del ensilado de cebada con niveles de follaje de papa y afrecho de trigo en alpacas?

1.2.2. Problema específico

¿Cuál es la degradabilidad potencial y efectiva de MS del ensilado de cebada con niveles de follaje de papa y afrecho de trigo en alpacas?

¿Cuál es la degradabilidad potencial y efectiva de PC del ensilado de cebada con niveles de follaje de papa y afrecho de trigo en alpacas?

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo general

Determinar la degradabilidad ruminal *In situ* del ensilado de cebada con niveles de follaje de papa y afrecho de trigo en alpacas.

1.3.2. Objetivos específicos

Determinar la degradabilidad potencial y efectiva de materia seca del ensilado de cebada con niveles de follaje de papa y afrecho de trigo en alpacas.

Determinar la degradabilidad potencial y efectiva de la proteína cruda del ensilado de cebada con niveles de follaje de papa y afrecho de trigo en alpacas.

1.4. Justificación

A nivel social, la ganadería altoandina, especialmente la crianza de alpacas, es una actividad esencial para las comunidades rurales de la sierra central del Perú. Sin embargo, la escasez de forrajes de calidad en épocas seca afecta la productividad y salud de los animales. El uso de ensilados elaborados con recursos locales como cebada forrajera, follaje de papa y afrecho de trigo ofrece una alternativa accesible y sostenible para mejorar la alimentación. Evaluar su degradabilidad ruminal permite seleccionar insumos eficientes y digestibles, fortaleciendo la seguridad alimentaria, mejorando la calidad de vida de las familias alpaqueras y preservando practicas productivas y tradicionales.

La alimentación representa el mayor costo de producción alpaquera. El aprovechamiento del follaje de papa junto con el afrecho de trigo como aditivo energético, puede reducir los gastos en insumos comerciales. Además, la cebada forrajera es un recurso disponible en la región y su ensilado permite almacenar alimento con mínima pérdida nutritiva. Determinar la degradabilidad permite conocer su valor nutritivo y formular raciones económicas y eficientes. Esto posibilita incrementar el rendimiento productivo y reproductivo de las alpacas sin elevar costos, favoreciendo la competitividad de los pequeños y medianos productores.

La información científica sobre la degradabilidad ruminal *in situ* en alpacas es limitada en comparación con otras especies rumiantes. Además, existe un vacío de conocimiento respecto a la cinética de degradación del ensilado de cebada combinado con follaje de papa y afrecho de trigo. Evaluar su degradabilidad ruminal con la técnica *in situ* permite estimar parámetros como fracciones solubles y potencialmente degradables, tasa de degradación; así como la degradabilidad potencial (DP) y degradabilidad verdadera (efectiva) que contribuyen a comprender mejor el comportamiento digestivo de la alpaca. Los resultados generarán conocimiento original y aplicable para la ciencia animal, especialmente en nutrición de camélidos sudamericanos y será una referencia para futuras investigaciones sobre alimentos alternativos y estrategias de manejo nutricional.

La investigación destaca la importancia de la alimentación en la producción de alpacas y propone nuevas alternativas basadas en insumos locales con alta degradabilidad ruminal. Estos recursos mejoran la eficiencia alimenticia, especialmente en periodos críticos, fortalece la condición corporal del animal y la reducción de la dependencia de concentrados comerciales. El estudio aporta evidencia científica que respalda el uso de ingredientes regionales y accesibles, promoviendo la sostenibilidad productiva y ambiental en las comunidades altoandinas. Además, genera información sobre los coeficientes de degradación, sirviendo como base para futuros estudios y el desarrollo de nuevas alternativas alimenticias en la época seca.

¹ CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes

A nivel internacional

Valadares *et al.* (2010), en el trabajo de investigación *Degradabilidad in situ de proteína bruta y materia seca de algunos alimentos en vacas gestantes e lactantes*. Con la finalidad de establecer los parámetros cinéticos de la degradación *in situ* del heno capim Tifton 85, el salvado de soja y los forrajes de pasto elefante en cuanto a la fibra en detergente neutro, materia seca y proteína bruta. Se emplearon 3 vacunos adultos fistulados en el primer compartimento. Los alimentos fueron pesados en bolsa de nylon incubados simultáneamente y sacados a los tiempos 0, 2, 4, 8, 16, 24, 48 y 72 horas. Se llevó a cabo un análisis de los residuos de las bolsas para determinar el contenido de fibra en detergente neutro, proteína bruta y materia seca. Como resultado se obtuvo una degradación elevada en la materia seca y proteína bruta del salvado de soja, así como la proteína bruta del silaje de heno. Y como conclusión mencionan que el contenido

de fibra en detergente neutro y sus características cinéticas ejerce acentuado efecto sobre la digestión de los alimentos.

1 Salado *et al.* (2005), realizaron su investigación *Cascarilla de soja y afrechillo de trigo: cinética de degradabilidad ruminal de la fibra detergente neutro*. Estudiaron la cinética del proceso de degradación del alimento en el rumen de los insumos como la cascarilla de soja (CS) y el afrechillo de trigo (AT) basados en la fibra detergente neutra (FDN). Empleando el método *in situ*. Se utilizaron vacas de diferentes edades, en cada vaca se se incubaron 2 bolsas nylon en el rumen y por horarios durante las 72 horas. Como resultado de esta investigación podemos decir que la cascarilla de soja mostró menos presencia de energía y proteína y un mayor contenido de FDN. La degradabilidad de la FDN fue de 97,3 y 53,4 % para CS y AT respectivamente, la degradabilidad efectiva de las fibras de los alimentos en la tasa de pasaje (kp) del 3 y 7%/hora fueron respectivamente de 54,1 y 33,4% para CS, y de 48,3 a 42,8% para AT. Se concluye que el valor energético y la digestibilidad de la fibra de la cascarilla de soja se disminuyen para animales de alta producción y consumo, esto como consecuencia que el proceso de tránsito digestivo es más rápido. En caso de la fibra de Cascarilla de Soja la digestión es más completo.

Ponce & Merlo, (2020), en su artículo *Degradabilidad in situ de la dieta seleccionada por la llama (Lama glama)*. El propósito de este estudio fue analizar cómo se descompone los alimentos por el método *in situ* la materia seca, la proteína bruta, la fibra detergente neutra y la fibra detergente acida de la dieta escogida por las llamas, considerando los diferentes meses y los periodos de la incubación, en la comunidad de Jila Huta Manasaya, Sajama Oruro. Se optaron 4 llamas fistuladas machos de 3 años de edad, raza Qara. Las muestras de alimentos reunidas en el esófago de llamas que pasaban fueron deshidratadas, trituradas y guardadas en bolsas de Dracron con una porosidad de 1700 poros/cm² que no se digieren. Posteriormente, se incubaron por periodos de 0, 6, 12, 24, 36, 48, 72 y 96 horas. Se llevó a cabo un análisis utilizando la metodología proximal de Weende y Van Soest. Los resultados se evaluaron

utilizando un diseño completamente aleatorio con un arreglo factorial de 3*8, y se efectuaron comparaciones de medias a través de la prueba de Duncan. Se observó que la degradación *in situ* ocurre de manera lenta y en un único proceso en el primer compartimento gástrico de las llamas. La degradabilidad *in situ* de la materia seca fue superior en los meses de noviembre y diciembre e inferior en octubre, la absorción³⁶ de la materia se dio por un lento proceso y progresivo alcanzando a niveles mayores hasta las 72 horas de incubación y luego bajo inferiormente los niveles de digestión.

Boschini, (2001) en su investigación¹¹ *Degradabilidad in situ de la materia seca, proteína y fibra del forraje de morera (Morus alba)*. Con el propósito de evaluar la degradabilidad ruminal de la materia seca, la proteína cruda, la fibra detergente neutro y sus fracciones en rebrotes de morera de 56, 84 y 112 días, se analizó la degradación de las hojas, los tallos y de la planta en su totalidad. Los resultados mostraron que la degradabilidad potencial de los tres componentes analizados fue disminuyendo a medida que el rebrote se hacía más viejo.¹ La fracción soluble de la materia seca cambio de 29 a 25% en las hojas y de 27 a 19% en los tallos al incrementarse la edad de 56 a 112 días. La parte degradable en la hoja se mantuvo estable en las tres edades (61-63%) con velocidades de degradación ruminal de 14, 10 y 9%/h a 56, 84 y 112 días. En el tallo, la parte degradable se redujo de 42 a 30% entre los 56 y 112 días, con ritmos de degradación de 8,4, 6,7 y 5,3%/h a medida que aumento la edad. La cantidad de proteína cruda soluble bajo de 41 a 33% en la planta completa, a medida que paso el tiempo, y la parte degradable se, mantuvo constante entre¹ 49-51%. La velocidad de degradación supero el 9,4 %/h. la fibra detergente neutra mostro una parte degradable de 71%, 62% y 43% a los⁵¹ 56, 84 y 112 días respectivamente, con velocidades de degradación de 13, 10 y 9%/h en ese mismo orden.

Salinas *et al.* (2011), investigaron la⁷ *Digestibilidad in situ de la materia seca de tres dietas para ovinos de engorda*. El propósito de este estudio fue evaluar la digestibilidad *in situ* de los sólidos de tres dietas de engorda para ovejas en

Tamaulipas, México. Se aplicó la metodología de la bolsa de nylon para medir la digestibilidad y la degradabilidad en el rumen de los sólidos, utilizando tres borregos con fistula en el rumen, organizados dentro de un diseño de cuadro latino. Los intervalos de incubación fueron de 0, 4, 8, 12, 24 y 48 h. Todos los tratamientos (T) incorporaron sorgo (*Sorghum vulgare*) triturado como insumo. En consecuencia, se registró en T1 el valor más alto ($P < 0,05$) y la fracción digestible fue superior en T2. Después de 48 horas, no se notaron diferencias entre los tratamientos ($P > 0,05$). La porción que se disuelve rápidamente en la tasa de descomposición fue superior ($P < 0,05$) en T1 comparado con T2 y T3. La dieta T1 mostro la fracción más fácil de digerir en las primeras horas de incubación en el rumen. La dieta T3 tuvo una menor proporción de digestión.

Merlo *et al.* (2007), realizaron su investigación de *Degradación In situ de la dieta seleccionada por llamas en la pradera nativa en diferentes meses en épocas de lluvias en el Altiplano de Bolivia*. Como meta, analizaron la velocidad de descomposicion de la materia seca, la proteína cruda y la fibra detergente neutra del forraje que las llamas eligen en la preadera nativa, durante los meses de febrero, marzo y abril, en la época de lluvias en el Altiplano de Bolivia. En 6 llamas que tenían una fistula en el primer compartimento. La degradación *in situ* fue elaborada por la ecuación siguiente $D = a + b(1 - \exp(-kt))$. Como resultado fue la tasa de degradación de 1.2 a 4.4 %, y el potencial de degradación de MS ($a + b$) de 76 a 99 %, fueron afectados ($P < 0.05$) por los meses. Sin embargo, la degradación efectiva de MS (estimada con una tasa de flujo ruminal de $k = 3\% \text{ h}^{-1}$) no fue afectada ($P > 0.05$) por los meses (37.8%). Las tasas de degradación ruminal de PC, $9.8\% \text{ h}^{-1}$, y la FDN, $7.4\% \text{ h}^{-1}$, no fueron afectadas ($P > 0.05$) por el mes. Asimismo, la degradación potencial y la efectiva ($k = 3\% \text{ h}^{-1}$) de PC (93 y 54%) y FDN (76 y 29%) no fue influida por el mes. En la relación con la descomposición de MS, PC y FDN. Se determina que una rápida descomposición de la proteína en las primeras horas, junto con una baja descomposición de las paredes celulares, causara un desajuste en la cantidad de

proteína disponible y falta de energía en los animales que consumen pastizales nativos.

²Guerrero *et al.* (2010), desarrollaron el trabajo de investigación titulado *Composición química y degradabilidad de la proteína de forrajes nativos de la región semiárida del norte de México*, con el fin de evaluar la composición química, el índice y la descomposición de la proteína cruda, así como la ²energía metabolizable (EM) y la proteína metabolizable (PM) de plantas arbóreas, arbustivas, herbáceas, cactáceas, flores, frutos y vainas que los pequeños rumiantes consumen en el pastizal. La degradabilidad de la proteína cruda se analizó mediante método *in situ*. ²La degradabilidad efectiva de la proteína cruda (28, 55, 62, 77 y 76 %) resultó ser distinta en cada tipo de planta. Se concluye que la degradabilidad efectiva de la proteína cruda clasifica a las especies arbóreas examinadas como de calidad media.

⁶⁰Boschini & Chacon (2017), desarrollaron la investigación titulada *Degradabilidad ruminal de la alfalfa en la zona oriental del Valle Central de Costa Rica*. Como propósito es examinar la degradación en el rumen de vacas lecheras y las características de cuatro variedades de alfalfa (*Medicago sativa*) que fueron creadas en Argentina. La recolección de muestras se realizó durante la temporada de lluvias. Consistiendo en cosechar alfalfa desde el suelo, de las variedades Mora, Patricia, Victoria y Super Monarca. Todas las muestras fueron incubadas en duplicado en dos vacas Jersey-Reryna que tenían una fistula ruminal, en intervalos de 0, 3, 6, 12, 24 y 48 horas. Los datos obtenidos se evaluaron utilizando el algoritmo de Marquardt con el software estadístico SAS. Como resultado, solo se observaron variaciones que eran ²estadísticamente significativas ($p < 0,05$) en las fracciones solubles y en la tasa de degradación en función de la edad de recolección, donde los valores para la fracción soluble, el potencial de degradación y la ²tasa de degradación entre 35,34%-44,65%, 36,46%-39,96% y 0,0734/h-0,1176/h, respectivamente. Las conclusiones indican que la alfalfa es un forraje de excelente calidad y posee un alto potencial

de utilización por parte de los rumiantes, incluso en comparación con otros forrajes comunes en entornos tropicales.

Afshar Mirzaei ¹ *et al.* (2008), en su investigación *Uso de la técnica del saco de nylon para determinar el valor nutricional y la cinética de degradación de las variedades de alfalfa iraní.* El propósito fue establecer la estructura química y las propiedades de descomposición en el rumen de dos tipos de alfalfa, que son Kareyonge (KAR) y Hamedani (HAM). Se empleó el procedimiento de incubación en seis momentos distintos. Los hallazgos mostraron que no existieron variaciones significativas ($p < 0,01$) entre las distintas variedades de alfalfa en cuanto a materia seca, proteína cruda, ceniza y extracto de éter (EE). Sin embargo, se registró una diferencia significativa en los valores de fibra bruta (FB), fibra detergente neutra (FDN) y fibra detergente ácida (FDA). La degradación ¹ de la MS, Materia orgánica, PC y la proteína ¹ degradable en el rumen efectiva (ERDP) a una tasa de 0,05 / h para las variedades KAR y HAM fue de 54,2, 52,16%, 40,1%, 72,57 ¹ g kg⁻¹ MS y 56,97%, 54,9%, 39,25% , 89,4 g kg⁻¹ de MS. En conclusión, los cálculos basados en la degradabilidad *in situ* sugieren que la alfalfa Hamedani podría tener un mayor porcentaje de inclusión en las dietas de rumiantes en comparación con alfalfa Kareyonge, debido a su menor contenido de NDF. Mayor cantidad de material celular de ERDP.

A nivel nacional

Machaca (2009), desarrolló ² el trabajo de investigación *Degradabilidad ruminal de materia seca y proteína cruda de los principales recursos alimenticios de Anta – Cusco para vacunos,* con el objetivo de evaluar la cinética de la degradabilidad *in situ*, de la materia seca y proteína cruda, de dieciocho principales recursos alimenticios utilizados para vacunos lecheros. Las bolsas de dracón que contenían una muestra seca de 4g fueron colocadas en duplicado en diferentes momentos ² de incubación, en la sección inferior del rumen de dos vacas Holstein. Los tiempos de incubación ruminal fueron de 0, 2, 4, 8, 16, 24, 48, 72 y 96 horas. La cinética de degradación de la materia seca y de la proteína

cruda, tanto de los valores predichos como de los registrados, se ajustó utilizando la función solver de Excel. Para materia seca, el resultado fue que la diferencia significativa de las especies sobre la cinética de degradabilidad *in situ*, siendo el *rye grass* italiano inmaduro, el trébol rojo prefloración el más degradable y la avena lechosa, la alfalfa la menos degradable. Referente a los parámetros de degradabilidad efectiva *in situ* de MS se observa que, DEMS y DEPC con una tasa de pasaje ruminal de 6,0%h, el mayor valor fluctúa entre 76,76% para trébol rojo prefloración y menor valor fluctúa entre 42,07% para avena lechosa respectivamente.

1 Torres *et al.* (2009), En su artículo científico *Comparación de las técnicas in situ, in vitro y enzimática (celulasa) para estimar la digestibilidad de forrajes en Ovinos*. El proposito fue evaluar las metodologías *in vitro*, *in situ* y enzimática (usando celulasa) para medir la digestibilidad de forrajes con distintas calidades nutricionales en ovejas. Se recogieron muestras de forrajes de tres categorías: alta (*rye grass* de 2-4 semanas), media (*rye grass* de 8 semanas y heno de alfalfa) y baja (paja de avena). Las muestras fueron deshidratadas, trituradas y luego pasadas por un tamiz de 1mm para las técnicas *in vitro* y celulasa, y de 3 mm para la técnica *in situ*. Se midió la digestibilidad *in vitro* de la materia seca mediante celulasa. Se emplearon tres ovinos con fistula ruminal, alimentados con maíz forrajero y heno de alfalfa. Se aplicó un diseño experimental de tipo factorial 4 x 3 (4 tipos de forrajes y 3 modalidades de evaluación). No se hallaron diferencias significativas entre la digestibilidad *in vitro* de la materia seca y la digestibilidad *in situ* de la materia seca en los forrajes de calidad media. No se encontraron diferencias significativas entre la DIVMS y la DCMS en los forrajes de calidad media. Los valores de DIVMS y DCMS exageraron la cantidad de materia seca que se puede degradar en forrajes de alta calidad, mientras que subestimaron esta cantidad en forrajes de calidad media y baja en comparación con la DISMS en ovejas. Se llega a la conclusión de que existen variaciones entre los métodos *in situ*, *in vitro* y celulasa para evaluar la digestibilidad de la

materia seca del forraje en ovinos, y que estas variaciones dependen de la calidad del forraje.

Gojon, Siqueiros, & Hernandez, (1998) desarrollaron la investigación de la ¹⁴ *Digestibilidad ruminal y degradabilidad In situ de macrocystis pyrifera y sargassum spp. en ganado bovino*. Con la finalidad de establecer la composición química, el contenido energético, la degradación *in situ* y la digestibilidad en el rumen de *macrocystis pyrifera* y *Sargassum spp.*, es importante señalar que estas algas se clasifican como forrajes con bajo contenido energético. La pérdida de materia seca durante periodos de incubación de hasta 96 horas resultó en un 85.36% de digestibilidad para *M. pyrifera* y un ¹⁴ 54.83% para *Sargassum spp.*, con tasas de degradación de 0.03 y 0.05, respectivamente. El análisis de la proteína cruda mostro que los valores calculados de 8.40% y 5.99% no se descomponen en el rumen. Las pruebas *in vitro* indicaron que pueden actuar como proteínas de sobrepaso, las cuales se digieren en el abomaso. En rumen, ambas especies de algas tienen un alto potencial como forrajes para animales rumiantes, destacando a *M. pyrifera* como nutricionalmente más ventajosa.

Razz *et al.* (2004), realizaron el proyecto ¹ *Cinética de degradación In situ de la Leucaena leucocephala y Panicum máximum Centro de Transferencia de Tecnología en Pastos y Forrajes*. Con el proposito de analizar la degradación "*in situ*" de la materia seca y de la proteína cruda de *Leucaena leucocephala* y el pasto guinea, se realizaron incubaciones durante los periodos de 0, 6, ¹ 12, 24, 48 y 72 horas, utilizando cuatro alpacas machos de tres años. Se aplico un diseño experimental totalmente al azar con un arreglo factorial de 2 x 6 y tres repeticiones. Los parámetros de degradación fueron analizados mediante regresión no lineal. Los hallazgos revelaron un efecto significativo de las especies en la cinética de desgradación *in situ* de la materia seca. Se observó que la *Leucaena* presentaba una degradabilidad inicial mas alta (20,83%) y efectiva (49,53%), mientras que el pasto guinea alcanzó la maxima degradabilidad (58,68%). La tasa de degradación mas baja (0,0389 h) se registro en el pasto guinea, y no se encontraron diferencias en la degradabilidad potencial entre dos

especies. En relación a la proteína cruda, el pasto guinea mostró los mayores porcentajes de degradabilidad inicial (6, 12) y potencial (52,10) mientras que su tasa de degradación (0,013 h⁻¹) fué menor que la de la *Leucaena*. En resumen, la degradabilidad máxima de la proteína cruda fué comparable entre dos especies.

Pastrana, Cuesta, & Duran, (1993) realizaron su investigación titulado *Valoración nutricional del follaje de la papa (Solanum Tuberosum l.) en alimentación de ovinos*. En Ica. Se busca analizar el uso del follaje de papa (*Solanum tuberosum L*) como opción en la alimentación de ovejas. El follaje, procedente de las variedades Parda Pastusa y Diacol Monserrate, se recolectó 30 días antes de la cosecha del tubérculo. Durante la fase inicial del estudio, se evaluó la cantidad del follaje producido y se crearon microsilos para examinar las propiedades organolépticas y nutricionales de ambas variedades. Como resultado se obtuvo. La generación de materia seca (MS) de la variedad Pastusa fue de 6.8 toneladas por hectárea, mientras que la variedad Monserrate llegó a 5.2 toneladas por hectárea. La Pastusa, cuando se ensiló usando un método manual para retirar aire, con un presecado de 48 horas y un almacenamiento de entre 30 y 60 días, mostró un mayor valor nutricional. Se elaboró un silo de montón utilizando el follaje de Pastusa, que presentó un contenido de MS del 21.5%, una proteína cruda (PC) del 14.6%. un factor de detergente neutro (FDN) del 38.5%. una digestibilidad *in vitro* de la materia seca del 92.4% y una energía digestible estimada de 3 280 Kcal/Kg de MS. Además, se destacó como una buena fuente de calcio, magnesio, potasio, hierro, manganeso y zinc.

A nivel local

Contreras, *et al.* (2021), en el proyecto titulado *Parámetros cinéticos de la degradabilidad in situ de residuos de cosecha en alpacas (Vicugna pacos)*. El propósito fue establecer los parámetros cinéticos de la degradación *in situ* de la materia seca, la proteína cruda y la fibra detergente neutra de los desechos de cosecha de cebada, avena, arveja, quinua y habas en la región de Huancavelica. Para ello, se utilizaron dos alpacas con fistulas en el rumen. En los análisis

estadísticos, las alpacas representaron los bloques, los residuos de cosecha fue el tratamiento y los tiempos de incubación correspondieron a las subparcelas. Se colocaron 5 gramos de los residuos de cosecha triturados en bolsitas de nylon, las cuales fueron incubadas durante 0, 12, 24, 48 y 72 horas, los cuales tuvieron como objetivo determinar los parámetros cinéticos de la degradabilidad *in situ* de la materia seca, proteína cruda, y fibra detergente neutra de los residuos de cosecha de cebada, avena, arveja, quinua y habas de la zona de Huancavelica. Se encontró que la avena y la quinua mostraron los mayores niveles de materia seca, la cantidad de proteínas crudas varió desde un 2% en la cebada hasta un 14.1% en las habas, el contenido de fibra detergente neutro fue de 34.94% para las habas y alcanzó un 90.19% en la cebada. En conclusión, se señala que el nivel de fibra detergente neutro y sus propiedades cinéticas impactan significativamente la digestión de los rumiantes analizados.

Pariona (2018), en su investigación sobre la *Composición química y cinética de la degradabilidad ruminal de forrajes y concentrados en bovinos en la Universidad Nacional de Huancavelica*. El propósito fue analizar la composición química y la velocidad de degradación ruminal *In situ* de la MS, PC, FDN y FDA de los forrajes puros, forrajes combinados y suplementos concentrados. Para ello, se recolectaron 16 kg de forraje fresco de cada uno de los insumos de las cuatro provincia de Huancavelica, se emplearon tres bovinos con fistula, los forrajes fueron pesados en bolsas de nylon y se incubaron en ocho intervalos, mientras que los concentrados se incubaron en siete intervalos. En los hallazgos, se observó que la cebada molida mostró un 67.89% de FDN y un 85.00% de MS de todas las especies analizadas, la que presentó la tasa de degradación más alta fue la avena, con un 47.77% en PC, la cebada también sobresale en términos de DP y DE, alcanzando un 98.15% y un 92.86%/h respectivamente a una tasa de pasaje de 2% por hora. Se concluye que la DE de la PC, con tasas de pasaje de 2,5 y 8%/h, permite clasificar los forrajes puros, forrajes combinados y alimentos concentrados como especies de alta calidad, en

comparación con la DE de MS, FDN y FDA, destacando la pasta de algodón, la cebada molida y la alfalfa.

Cordero *et al.* (2018), realizaron el trabajo de investigación *Degradabilidad y estimación del consumo de forrajes y concentrados en alpacas (Vicugna pacos)*. El propósito del estudio fue analizar los aspectos cinéticos de la degradación *in situ* de la materia seca y la proteína cruda, utilizando ensilado de maíz chala con un 1% de urea, cebada, avena, salvado de trigo y raspa de papa. Se emplearon muestras de alimentos (5 gramos en base seca) que se colocaron en bolsas de nylon y fueron incubadas durante periodos de 0, 6, 12, 24, 48 y 76 horas. Se examinó la materia seca y la proteína cruda de los residuos en las bolsas. Los hallazgos indicaron que el salvado de trigo y la raspa de papa mostraron altos niveles de degradación potencial, al igual que la materia seca y la proteína cruda de la avena. Se observó una notable fracción no degradable de proteína cruda en el maíz chala tanto sin urea como con urea, lo que se traduce en una menor degradabilidad de la proteína cruda. En conclusión, el estudio determinó que entre los forrajes analizados, la avena sobresale por su alta fracción de materia seca y su mayor degradabilidad efectiva de la proteína cruda en las tasas de pasaje evaluadas. En los alimentos concentrados, el salvado de trigo se destacó como el más importante debido a su mayor capacidad de descomposición de la materia seca y su menor cantidad de proteína cruda que no se puede digerir, a diferencia de la cascara de papa.

Arce & Castro (2009) investigaron la *valoración de los pastos naturales deseables, según la digestibilidad y degradabilidad in situ, en alpacas (llama paco)*. Con el propósito de evaluar la digestibilidad y degradabilidad *In situ* se analizaron los pastos naturales preferidos en machos de alpacas de 2 dientes, los cuales fueron fistulados en el primer compartimento; se usaron dos bolsas (repeticiones) por cada animal para cada ciclo de incubación. Las bolsas que contenían tres gramos de muestra con su tamaño de entre 2.5 y 3 mm, se mantuvieron en el rumen durante cuatro ciclos de incubación: 12, 24, 48 y 72 horas. Los resultados mostraron porcentajes de proteína cruda(%), siendo

Alchemilla pinnata (27.92%), *Stipa mucronata* (25.00%), *Stipa ichu* (24.56%), *Muhlebergia ligularis* (24.54%) y *Calamagrostis vicunarium* (22.56%); se registraron los más altos porcentajes de degradabilidad efectiva para la FDN en las especies: *Hordeum muticum* (30.85%), *Muhlebergia ligularis* (28.67%), *Alchemilla pinnata* (27.11%), *Festuca dolichophylla* (25.56%).

Enriquez & Giraldez, (2016) desarrollaron su investigación titulada *Degradabilidad In Situ de los pastos naturales deseables, poco deseables e indeseables en alpacas (Vicugna pacos)- Huancavelica*. El propósito de este estudio es identificar la composición química y la degradabilidad *in situ* de la materia seca, proteína cruda y fibra detergente neutro de diferentes tipos de pastos naturales, ya sean deseables, poco deseables o indeseables. Para ello, se seleccionaron 15 especies de pastos naturales que fueron incubadas en 2 alpacas macho de 2 años con un acceso quirúrgico en el rumen durante periodos de 0, 12, 24, 48, 96 y 105 horas. Los hallazgos sobre la degradabilidad potencial para las especies de pastos que se consideraron deseables en cuanto a materia seca y proteína cruda mostraron que *Carex ecuadorica* alcanzó valores de 89,03 y 91,13% respectivamente. En caso de la fibra detergente neutro de *Carex ecuadorica* presentó un 89,61%. Para los pastos catalogados como poco deseables, se encontraron valores de materia seca y proteína cruda de 84, 87 y 85, 57% en *Margaricarpus pinnatus* y *Calamagrostis brevifolia*, y 87,77 y 87,74% respectivamente. En cuanto a la fibra detergente neutro, *Calamagrostis brevifolia* y *Calamagrostis antoniana* registraron un 85,51 y 87,10%. En relación a los pastos indeseables, el *Astragalus garbancillo* mostró porcentajes de 85,16 y 88,00% para materia seca y proteína cruda, y un 78, 71 y 72, 20% para la fibra detergente neutro en *Astragalus garbancillo* y *Plantago lamprophylla*. Se concluye que la degradabilidad potencial de la proteína cruda en los pastos analizados superó el 70%, mientras que la degradabilidad potencial de la fibra detergente neutro registró un promedio de 60%, a excepción de *Carex ecuadorica*, que alcanzó un 89.61 %, con una parte indigestible del 40% para la fibra detergente neutro.

Carrasco, *et al.* (2022), realizaron su investigación titulada *Cinética ruminal de la degradación del ensilado de avena-follaje de papa conteniendo salvado de trigo en bovinos Brown Swiss*. Se busca analizar la velocidad de degradación en el rumen de la materia seca (MS), la proteína cruda (PC) y la fibra detergente neutro (FDN) del ensilado que combina avena y follaje de papa, en una proporción de 70:30. Este estudio considera cuatro niveles de inclusión de salvado de trigo (0, 10, 20, 30%), basado en la materia seca del material ensilado. Se aplicó un diseño de bloques aleatorios en un esquema factorial de 4 x 6 (niveles, tiempos) con tres repeticiones. Para el experimento se utilizaron tres bovinos de la raza Brown Swiss equipados con fistulas en el rumen. Se incubaron 5 gramos de la muestra en bolsas de nylon durante periodos de 4, 8, 12, 24, 48 y 72 horas. Los resultados indican que la degradación de la MS, PC y FDN siguió un patrón cuadrático, observándose un incremento en su degradabilidad hasta alcanzar un nivel óptimo de inclusión de salvado de trigo del 27.64, 22.64 y 27.80% en el ensilado de avena y follaje de papa después de 48 horas de incubación, respectivamente a excepción de la MS, la degradabilidad potencial y efectiva a tasas de flujo de 2,5 y 8%/h de la PC y FDN en los ensilados estuvo afectada por las cantidades de salvado de trigo. En los ensilados que contenían 10, 20 y 30% de salvado de trigo, se evidenció la degradabilidad potencial de la FDN, se determina que las incubaciones en el rumen de muestras de ensilados de avena y follaje de papa (70:30 %) con adición de diferentes cantidades de salvado de trigo, durante un periodo de 72 horas, son adecuadas para alcanzar los niveles ideales de degradación de la materia seca, la proteína cruda y la fibra detergente neutro.

Maita y Quispe, (2024). En su investigación *Cinética de la degradación ruminal in situ de gramíneas de un ecosistema pajonal en las zonas altoandinas, en alpacas (Vicugna pacos)* que tuvo como objetivo. Evaluar la cinética de la degradabilidad de la materia seca, proteína cruda y fibra detergente neutro de especies de las zonas altoandinas. Se utilizaron 3 alpacas fistuladas de raza huacaya y se procedió a la incubación de muestras en bolsas nylon que contenían 2.500 g de sustrato durante el tiempo de 6, 24, 72 horas. Y como consecuencia,

se noto una variación no significativa ($p \geq 0,05$) entre las diferentes especies de plantas en lo que respecta a la solubilidad de la proteína cruda al tiempo inicial (t_0), con valores que fluctuaron entre 2,11 y 3,69% en las especies vegetales Mli y Sich, respectivamente. Se observó que las degradaciones eran lentas y bajas durante las primeras horas (t_0) de la incubación. A lo largo de las 6 horas siguientes, la descomposición de la proteína cruda se produjo de manera rápida, alcanzando un porcentaje de degradación⁶ de 34,98% (Fd); 48,86% (Sob); 30,22% (Csp); 17,36% (Sich) y 29,89% (Mli). De acuerdo con los datos recopilados, se puede indicar que la degradabilidad potencial de estos nutrientes aumentó la forma lineal a medida que pasaba el tiempo. Las especies de plantas afectaron tanto la degradabilidad potencial como la efectiva de la materia seca y la proteína cruda⁴ a las tasas de pasaje de 2,5 y 8%/h. Estas tasas tuvieron un impacto en la degradabilidad efectiva de la fibra detergente neutra de las diversas especies vegetales.

2.2. Bases teóricas

2.2.1 Alpaca Raza Huacaya

Perú registraba una población de 3 685 516 de alpacas antes del año 2012 de acuerdo con los datos del INEI. (INEI, 2012). La crianza de estos animales ha representado históricamente una actividad de gran relevancia económica para las poblaciones de las zonas altoandinas, esta se lleva a cabo en altitudes superiores a los 3 500 msnm donde las condiciones climáticas de la puna limitan el desarrollo eficiente de la agricultura y la producción de otras especies pecuarias.

La alpaca es una especie muy importante ya que aporta a producción de fibra destinada al mercado nacional e internacional, así como carne para el consumo local y piel como subproducto (Germaná, et al 2016) y: (Gutiérrez, et al 2019). Asimismo, esta especie desempeña un papel fundamental en el desarrollo económico y cultural de la región andina y del país, destacando su contribución

por la elevada demanda de su fibra en la industria textil y por su alto valor nutricional de su carne (Bustinza, 2001).

2.2.2 Degradabilidad ruminal

a) Definición

En los rumiantes, el alimento se almacena inicialmente en el rumen donde es sometido a mecanismos físicos como la rumia, y la acción degradativa por los microorganismos presentes en el rumen, después de un período de residencia, salen del rumen a través de la red reticular. El aprovechamiento de los nutrientes de los alimentos por los rumiantes, especialmente en el caso de forrajes y pastos, depende de estos procesos. Comprender la cinética de la digestión ruminal y la dinámica del tránsito del alimento en el rumen puede ayudar a desarrollar estrategias de gestión alimentaria para mejorar la producción de rumiantes. (Enriquez & Giraldez, 2016).

Según Ceconi (2004), la degradabilidad hace referencia a los procesos que sucede en el en el primer compartimento digestivo, evaluando a través de la cantidad de material que desaparece de él en un período de tiempo determinado como consecuencia de la degradación química y biológica, influenciada por la actividad metabólica de los microorganismos presentes.

¹ La degradabilidad se refiere a los procesos que ocurren en el rumen, se avalúa mediante la cantidad de material que desaparece en un tiempo determinado es el resultado de la acción de la descomposición microbiana (Ayala, et al, 2003). Por otro lado, la tasa de descomposición de los alimentos expresa la cantidad de sustrato que puede degradarse de una fracción específica. Para estimar la tasa de degradación de una fracción, es necesario contar con una descripción matemática de su desaparición a lo largo del tiempo, para ello, se emplean ensayos de

fermentación *in situ* a intervalos predeterminados que varían según el tipo de alimento y de la fracción cuya tasa de degradación se desea estimar. (Van Soest, Fox, & Sniffen, 1982).

Las proteínas consumidas por los rumiantes son descompuestas en gran medida por microorganismos en el rumen. Varias bacterias, protozoos y hongos anaeróbicos participan en esta actividad proteolítica produciendo diversas proteasas, peptidasas y desaminasas (Wallace, 1996).

b) Importancia de la degradabilidad ruminal

La importancia de evaluar la degradabilidad ruminal de especies de piensos y concentrados es que proporciona información esencial para la elaboración de tablas de composición de piensos, lo cual es fundamental en la formulación de piensos para animales. (Velo, et al, 2000).

Los pastos desempeñan un rol esencial en la alimentación animal, ya que constituye una fuente de energía de bajo costo y aportan la fibra necesaria para el funcionamiento del rumen entre otros beneficios. Por esta razón, la formulación de dietas requiere un conocimiento preciso de los requerimientos nutricionales, la cantidad de nutrientes consumidos, así como de la composición química, degradabilidad y digestibilidad de la materia seca y de los distintos nutrientes, lo que resalta su importancia (Carvalho, et al, 2006).

Cuanto mayor sea la proporción de alimento en la dieta del animal, más se degradará la parte de fibra del alimento. Por otro lado, la energía obtenida en el rumen como resultado de la descomposición de la celulosa y hemicelulosa constituye el mayor consumo de alimento. (Souza, et al, 2000).

c) Degradabilidad ruminal *in situ* (Método de las bolsas de nylon)

Características:

La utilización de la técnica del uso de bolsas de nylon para la evaluación de la degradación ruminal de los alimentos, lo cual consiste en incubar las muestras en bolsas de material sintético resistente a la degradación en el rumen. Bajo este enfoque, se asume que la fracción que desaparece de las bolsas corresponde a la porción degradable del alimento, mientras que el residuo retenido representa la fracción no degradable Orskov (1980).

El método de las bolsas de nylon, también conocido como técnica Mehrez – Orskov, emplea animales con fistula ruminal, a través de la cual se introducen bolsas que contienen las muestras de alimento. Estas permanecen en el rumen durante un período que puede variar desde horas hasta días, permitiendo que los nutrientes degradados atraviesen los poros del material. Posteriormente, las bolsas son retiradas y la degradabilidad ruminal se termina mediante la diferencia entre la cantidad inicial de alimento y el residuo recuperado.

La degradabilidad de cada nutriente depende su solubilidad (fracción A), de la tasa de degradación de la fracción insoluble (fracción B) y del tiempo de permanencia en el rumen, el cual es inversamente proporcional a la velocidad del tránsito ruminal. En este contexto, la degradabilidad efectiva (D_e) de cada nutriente se estima mediante la expresión: $D_e = \frac{A}{1 + B \times c / (c + k)}$ donde A representa la fracción soluble, B la fracción potencialmente degradable, c tasa de degradación y k la tasa de pasaje o tránsito ruminal (Fernandez, 2018).

Los alimentos consumidos por los animales desaparecen en el tracto gastrointestinal como resultado de los procesos de digestión, absorción. En consecuencia, la degradación que experimenta un alimento en un

compartimento específico o a lo largo de todo el tracto digestivo está determinada por la interacción de estos procesos (Van Soest, Fox, & Sniffen, 1982).

La técnica “*in situ*” implica colocar una determinada cantidad de muestra en una bolsa, asegurándose de que esté bien sellada, y colocarla en el rumen de un animal con fístula durante un determinado tiempo. Esto nos permite determinar la cantidad de muestra digerida y la velocidad de fermentación. Se utiliza principalmente cuando se necesita información sobre el efecto de las condiciones del rumen en la digestión de un número limitado de muestras.

La tasa de descomposición de los alimentos se define como la cantidad de sustrato que puede degradarse por unidad de tiempo. Para estimar la tasa de degradación de una fracción específica, es necesario contar con una descripción matemática de la desaparición a lo largo del tiempo, para ello se emplean ensayos de fermentación *in situ* a intervalos predeterminados que varían dependiendo del tipo de alimento y de la fracción cuya tasa de degradación se desea estimar (Van Soest, Fox, & Sniffen, 1982).

La evaluación del valor nutritivo de los alimentos se lleva a cabo mediante el uso de material sintético como la bolsa dracon o nylon (bolsas ruminales), lo que constituye una herramienta eficaz para la evaluación inicial de los alimentos y poder comprender los procesos de degradación y fermentación que tiene lugar en el rumen (Orskov E. , 1980).

– Factores que afectan la degradabilidad *in situ*

Uden y Van Soest (1984) analizaron las principales fuentes de variación en a la estimación de la degradabilidad de la materia seca

(MS) y de la proteína bruta (PB) identificado como más relevantes las siguientes:

- Tamaño de poro de la bolsa.
- Tamaño de partícula de la muestra (grado de molido).
- Relación entre la cantidad de la muestra y tamaño de la bolsa.
- Secuencia de la introducción de las bolsas al rumen.
- Posición de las bolsas en el rumen.
- Tiempo de incubación ruminal de las bolsas.
- Uso de repeticiones.
- Variaciones debidas a periodos y animales.
- Dieta de los animales.

La capacidad de descomposición variará dependiendo del alimento y/o del animal que lo consume, siendo la avena y la cebada probablemente las más difíciles de digerir debido a su alto contenido de fibra y a la presencia de microorganismos en el rumen menciona (Shimada, 2003).

¹ Vilca, (1993) manifiesta lo siguiente:

- La capacidad de digestión varía de acuerdo a la especie animal, estado de salud y trabajo.
- Las edades del animal afectan al factor de degradabilidad
- La determinación de los nutrientes de los alimentos varia o son afectados por los métodos de análisis utilizados.

– **Degradabilidad potencial**

La suma de las partes solubles y potencialmente degradables de un alimento. El concepto de degradación potencial fue introducido por Wilkins (1969) y se define como el grado de descomposición de los alimentos en un ecosistema de rumiantes en las condiciones actuales y sin limitaciones de tiempo de residencia.

No hay un consenso² sobre el tiempo de incubación necesario para evaluar el potencial de degradabilidad de la materia seca, de los componentes de la pared celular u otras fracciones. Se ha sugerido que, los valores potenciales de degradación se alcanzan después² de 48 a 120 horas (Smith et al., 1971).

– **Degradabilidad efectiva**

La degradabilidad efectiva representa la degradación potencial (a+b) corregida por la tasa de pasaje (k). Corresponde a la suma de la fracción soluble y a la fracción potencialmente degradable que realmente es degradada, considerando la velocidad de degradación y el tiempo que permanece el alimento en el rumen (Orskov & McDonald, 1979).

La evaluación de la degradabilidad efectiva (DE) es el cálculo más significativo en los estudios de dinámica del rumen, ya que determina qué fracción de nutrientes se degrada en el rumen y cuál no. Este parámetro debe evaluarse correctamente para garantizar una nutrición adecuada y una mejor utilización de los nutrientes en los rumiantes.

– **Materia seca (MS)**

Materia seca (MS) también conocida como extracto seco, pertenece a la fracción que permanece luego de eliminar el contenido de agua

mediante un proceso de secado en condiciones controladas en el laboratorio. Para analizar esta fracción se divide convencionalmente ¹ en materia orgánica e inorgánica (Felipe & Matos, 2019).

Es igual al 100% menos el porcentaje de agua en la muestra y refleja todos los nutrientes de la muestra como, proteínas, fibra, grasa, minerales, etc. Teniendo en cuenta lo anterior, todas las interpretaciones de las mediciones nutricionales deben basarse en la materia seca, ya que en última instancia contiene los nutrientes consumidos por el animal (Melendez, 2015).

El contenido de humedad (agua) de una muestra puede eliminarse por evaporación por la aplicación de calor o secado por congelación. El material que resta de este proceso de secado es expresado como el porcentaje de materia seca (MS) o ² materia seca parcial cuando se realiza un secado incompleto con la intención de preparar la muestra para un análisis químico e impedir que se deterioren sus componentes (Barreto, 2010).

– **Proteína cruda (PC)**

La proteína cruda está formada tanto por proteína verdadera, compuesta por aminoácidos organizados en cadenas polipeptídicas, como por compuestos de nitrógeno no proteico entre los que se incluyen amidas, nitratos, urea, algunas vitaminas, urea, y aminoácidos libres. Este método de análisis se basa en la cuantificación del nitrógeno presente en el alimento. El cual se multiplica ² por el factor 6.25 para estimar el contenido de PC (McDonald, Edwards, & Greenhalgh, 2011).

La proporción entre el peso total de una proteína y su contenido en nitrógeno se mantiene prácticamente constante, con un valor de 6,25, ya que las proteínas contienen aproximadamente 16% de nitrógeno.

Por esta razón es posible estimar la cantidad de proteína a partir de nitrógeno determinado por el ejemplo mediante el método Kjeldahl y multiplicándolo por el factor 6,25 (Barreto, 2010).

1 Los aminoácidos son los mecanismos básicos de las proteínas. Hay 20 tipos de aminoácidos, cada uno de los cuales contiene carbono, hidrógeno, oxígeno y nitrógeno y tiene una estructura determinada. Las cadenas cortas de aminoácidos (menos de 100) se denominan péptidos. Las plantas pueden sintetizar todos los aminoácidos que necesitan a partir del nitrógeno inorgánico, como los nitratos, del suelo. El cuerpo del animal puede sintetizar aproximadamente la mitad de los aminoácidos que necesita, la otra mitad no puede sintetizarse y debe obtenerse a través de la dieta. La combinación de aminoácidos necesaria para formar una proteína determinada está regulada con mucha precisión por el código genético ubicado en el núcleo de cada célula del cuerpo. (Lehninger, Nelson, & Cox, 2005).

Los compuestos nitrogenados no proteicos (NPN), como la urea y las sales de amonio, son ricos en nitrógeno, pero no aportan directamente aminoácidos. En los rumiantes, los microorganismos del rumen pueden metabolizar el nitrógeno no proteico y convertirlo en aminoácidos para su propio crecimiento. Las proteínas microbianas, así como las proteínas de la dieta que no se descomponen en el rumen, se digieren en el intestino delgado (proteínas metabolizables). De esta forma, el animal absorbe y utiliza los aminoácidos liberados (Stryer, Berg, & Tmoczko, 2003).

2.2.3 Ensilado Cebada

Sánchez (2000) mencionó que la cebada (*Hordeum vulgare*) es comúnmente utilizada como alimento, y actualmente en los países desarrollados, el 77.5% de su producción se destina al consumo ganadero, mientras que el resto se utiliza para la elaboración de cerveza. Se caracteriza por tener granos de

color amarillo medio, mazorcas compactas, un período de crecimiento de aproximadamente 150 días y puede usarse como alimento.

La cebada crece en una gama más amplia de entornos que otros cereales. En comparación con otros cereales, la mayor parte de la cebada se cultiva en zonas con climas menos favorables, y sólo es superada por el trigo en términos de distribución, aunque la cebada está mejor adaptada a las condiciones del clima y del suelo que el trigo en zonas climáticas similares (Lopez, 1991).

Según Muñoz (2007), la cebada es una especie que presenta tolerancia a condiciones climáticas extremas y se caracteriza por tener un ciclo vegetativo corto. Estas características le permiten desarrollarse en ambientes adversos donde otras gramíneas no logran adaptarse adecuadamente.

La cebada se puede utilizar como alimento para animales tanto en forma de grano como de ensilaje. Se utiliza ampliamente en la alimentación de ganado vacuno, porcino y aves de corral y como base principal de piensos equilibrados. Por lo tanto, nuestro objetivo fue evaluar la degradación de un nuevo alimento alternativo en la alpaca, ya que también pertenece a la familia de los rumiantes.

⁶¹
Tabla 1: Valor nutricional de ensilaje de cebada

<i>Ensilaje de cebada</i>	<i>Proteína (%)</i>	<i>Materia seca (%)</i>	<i>FDN (%)</i>	<i>pH</i>
	8.02	46.64	50.12	4.37

Fuente: INIA-La Estanzuela, (2004).

2.2.4 Follaje de papa

En las zonas altoandinas de nuestra región el cultivo de papa se da aproximadamente en 170 000 hectáreas al año, de las cuales se obtienen

grandes cantidades de follajes las cuales no se utilizan y se dejan secar para ser quemadas cuando estén secas (Pastrana, Cuesta, & Duran, 1993).

Cuando se almacenan adecuadamente, las hojas son un alimento importante para los rumiantes porque están húmedas y pueden ser consumidas por ellos en forma de ensilaje. Su recolección no perjudica el crecimiento de los tubérculos, ya que al cosechar las papas se cortan las hojas. (Pastrana, Cuesta, & Duran, 1993).

Pastrana et al (1993) concluyeron en su artículo científico que la composición nutricional del ensilaje de hojas de papa para ovejas es óptima, pero el contenido energético es ligeramente menor. A pesar de la alta solubilidad de las proteínas, que facilita su degradación en el rumen, muy poca proteína llega al intestino delgado. También mencionaron que el consumo de materia seca de las hojas de papa es mayor (66 a 75 kg) en comparación con otras hierbas y aumenta levemente, pero no significativamente, cuando se suplementa como se hizo en este experimento.

Al mejorar la composición química de la dieta, los nutrientes solubles quedan disponibles para el crecimiento microbiano, lo que ayuda a mejorar el índice de digestibilidad de la materia seca, aumentando así la digestibilidad aparente de la materia seca (Pastrana, Cuesta, & Duran, 1993)

Este producto beneficiaría a los productores de la zona andina del país y sería una opción de alimentación en la escasez de pastos naturales en los tiempos de sequía. Este proyecto pretende valorar el follaje de papa como alimento para alpacas, en el presente estudio se pretende determinar la degradabilidad efectiva y potencial de este alimento.

Tabla 2 : Valoración nutricional de los microsilos de follaje de papa

Variable	MS	PT	PS	FDN	pH
V. P pastusa	20 5b	24 0a	72 8 ^a	39 5 ^a	4 5b
V. D Monserrate	25 6a	13 6 ^a	74 7 ^a	42 0a	4 9 ^a
P. 24 horas	20 2b	13 7 ^a	73 7 ^a	41 4 ^a	4 6 ^a
P. 48 horas	24 0a	13 9 ^a	73 1 ^a	40 0b	4 7 ^a

Fuente: Pastrana, Cuesta, & Duran (1993)

2.2.5 Afrecho de Trigo

Según Cuellar (2021), el trigo constituye una materia prima ampliamente empleada a nivel mundial en la alimentación y producción animal, debido a su valor tanto nutricional como económico.

Los cereales son una de las principales fuentes de energía y nutrición para los animales y los seres humanos y se han utilizado durante siglos. Entre los cereales, el trigo es uno de los más importantes del mundo. El producto principal del trigo es la harina y los subproductos son el salvado y el germen. (Cuellar, 2021).

Este cereal como el trigo sin duda es una importante fuente de alimento para animales rumiantes. Por un lado, si se cultiva y cultiva en las condiciones adecuadas, tiene un alto contenido de proteínas, de hasta un 18%. El alto contenido de proteínas y el alto valor energético hacen del trigo una buena alternativa para la alimentación de los rumiantes. Por otro lado, es rico en fibra, lo que ayuda al proceso digestivo en los rumiantes. Sin embargo, se reconoce que el trigo suministrado es bajo en lignina y alto en azúcar, por lo que su consumo debe ser limitado. (Cuellar, 2021).

La ingesta máxima de trigo para rumiantes es de 4 kg/día, dividida en varias dosis para prevenir la acidosis ruminal. Debido a que el almidón es el principal componente de carbohidratos del trigo, la tasa de fermentación del

trigo en los rumiantes es muy alta, incluso mayor que la del maíz. Además, se recomienda que el trigo añadido al alimento esté seco y bien molido para mejorar la absorción de nutrientes. (Cuellar, 2021).

Tabla 3: Valores máximos de trigo en la dieta de rumiantes. Tomado de (De Blas, et. al., 2019).

Etapa productiva de rumiantes	Porcentaje máximo de trigo en la dieta (%)
Recría	30
Vaca de lechería	25
Vaca de carne	35
Terberos de levante	20
Ovejas	30
Ovejas en cebo	20

2.2.6 Tiempo de incubación

Según Orskov y McDonal 1979, el tiempo de incubación es un factor que varía de acuerdo al material que se esté incubando, Aquino (1996) hace referencia a la importancia de establecer el tiempo de incubación de acuerdo con los objetivos de la investigación, por lo que no es posible generalizar la duración que un alimento debe permanecer en el rumen. Este aspecto debe considerarse en los estudios que emplea la técnica de degradación ruminal *in situ*.

2.3. Hipótesis

2.3.1. Hipótesis general

H₀: La degradabilidad ruminal *in situ* del ensilado de cebada en alpacas no difiere entre los niveles de inclusión de follaje de papa y afrecho de trigo en alpacas.

H₁: La degradabilidad ruminal *in situ* del ensilado de cebada en alpacas sí difiere entre los niveles de inclusión de follaje de papa y afrecho de trigo en alpacas.

2.3.2. Hipótesis específica

H₀: La degradabilidad potencial y efectiva de MS del ensilado de cebada, no difiere entre los niveles de follaje de papa y afrecho de trigo en alpacas.

H₁: La degradabilidad potencial y efectiva de MS del ensilado de cebada, difiere entre los niveles de follaje de papa y afrecho de trigo en alpacas.

H₀: La degradabilidad potencial y efectiva de PC del ensilado de cebada, no difiere entre los niveles de follaje de papa y afrecho de trigo en alpacas.

H₁: La degradabilidad potencial y efectiva de PC del ensilado de cebada, difiere entre los niveles de follaje de papa y afrecho de trigo en alpacas.

2.4. Definición de términos

Los aminoácidos esenciales: En animales son aquellos compuestos que el organismo animal no puede sintetizar y, por lo tanto, deben obtenerse a través de la dieta. Estos son fundamentales para la formación de proteínas y para múltiples funciones vitales, como la producción de enzimas y hormonas, la regeneración de tejidos y el transporte de nutrientes. La lista de aminoácidos esenciales puede variar ligeramente según la especie, pero comúnmente incluye la histidina, isoleucina, leucina, lisina, metionina, fenilalanina, treonina, triptófano y valina (Gutiérrez, 2020).

Cinética ruminal: La cinética ruminal se centra en cómo los alimentos se degradan y fermentan dentro del rumen, considerando tres fracciones: digestible, potencialmente digestible e indigestible. La desaparición de estas fracciones se modela frecuentemente mediante cinética de primer orden, donde la constante de

digestión (kd) representa la velocidad fraccional de degradación por hora. (Carvalho, et al, 2006).

Degradabilidad: propiedad de una sustancia o material inorgánico de descomponerse en sus componentes no bajo la influencia de factores biológicos, sino bajo la influencia de factores ambientales, como la lluvia, la luz solar, el viento, etc. (Ayala, et al, 2003).

Degradabilidad efectiva: se define como la degradación potencial (a+b) ajustada en la función de pasaje (k) de acuerdo con lo propuesto por Orskov & McDonald (1979). En este contexto, las tasas de pasaje de los sólidos en el rumen suelen considerarse de 2%/h, 5%/h, y 8%/h, las cuales corresponden a condiciones de mantenimiento y a niveles productivos moderados y altos, respectivamente, según AFRC (1993).

Degradabilidad potencial: es la suma de los parámetros de degradación “a” y “b”. La fracción “a” corresponde a la porción soluble en agua del alimento, también denominada degradación inicial (%), mientras que la fracción “b” representa la porción potencialmente degradable, es decir, aquella que puede ser degradada por la acción de los microorganismos a lo largo del tiempo (t), conocida también como degradación máxima (%) (Orskov & McDonald, 1979).

Fibra detergente neutra: se define como la fracción estructural de la pared celular vegetal, compuesta principalmente por celulosa, hemicelulosa y lignina.

Fistula: Es una conexión anormal entre un órgano, un vaso o el intestino y otra estructura. Generalmente, se origina como consecuencia de lesiones o intervenciones quirúrgicas, aunque también puede desarrollarse a partir de procesos infecciosos o inflamatorios (Ayala, et al, 2003).

In Situ: es una expresión de origen latino que significa “en el sitio” o “en el lugar” y se emplea comúnmente para describir un fenómeno observado directamente en

su entorno natural o en una intervención realizada en el mismo lugar (Van Soest, Fox, & Sniffen, 1982).

Materia seca: eliminación del contenido de humedad de una muestra, ya sea por evaporación a través de calor o por secado mediante congelación. El residuo resultante tras este proceso se expresa como porcentaje de materia seca total. Asimismo, cuando se realiza un secado parcial con el propósito de preparar la muestra para su análisis químico y evitar la alteración de sus componentes, se denomina materia seca parcial (Barreto, 2010).

Metodología de Van Soest (sistema detergente): conocida como sistema detergente, permite fraccionar la materia seca de los alimentos en componentes con mayor afinidad bioquímica en comparación con los métodos tradicionales de fibra cruda y extracto libre de nitrógeno. Asimismo, se ha demostrado que estas fracciones poseen un mayor significado biológico y nutricional, lo que ha permitido mejorar la predicción del valor nutritivo de los alimentos e incluso estimar ciertos indicadores del desempeño animal a partir de un alimento determinado (Van Soest, Fox, & Sniffen, 1982).

Proteína cruda: contenido proteico de un alimento determinado mediante análisis químicos basados en la cuantificación de nitrógeno. Por otro lado, el valor biológico de las proteínas se define como su capacidad de aportar aminoácidos esenciales en las proporciones adecuadas, necesarias para el mantenimiento animal y para satisfacer las distintas demandas productivas. Este concepto se asocia directamente con la calidad proteica (Machaca, 2009).

Residuo: materiales generados a partir de actividades de producción y consumo que no poseen un valor económico aprovechable. En este contexto, los residuos agrícolas corresponden a restos de cosechas y sus derivados, caracterizándose por ser abundantes, dispersos y de difícil manejo y control (Navarro, Moral, Gomez, & Mataix, 2005)

Rumen: también denominado ²panza, es una de los compartimentos del sistema digestivo de los rumiantes. Se localiza en la cavidad abdominal, entre el diafragma y la pelvis, y se encuentra en comunicación directa con el esófago. Funciona como una cámara fermentativa pregástrica, caracterizada por presentar un epitelio no secretor, a diferencia del abomaso el estómago verdadero de los rumiantes que pódese una mucosa de tipo secretor (Contreras, et al, 2021).

Tasa de pasaje: ²cantidad de digesta, expresada en peso o proporción, que transita por un punto específico del tracto digestivo en un intervalo de tiempo (Kotb y Luckey, 1972).

Significado biológico-nutricional: Toma referencia al proceso del organismo asimilando los alimentos y líquidos para la obtención de energía, para mantener las funciones vitales del organismo vivo, también refiere al estudio de la relación entre los alimentos y salud según definición de Lavoiser y la FAO. Mencionando que la nutrición no solo implica ingesta sino también la absorción de los nutrientes por parte del organismo.

2.5. Identificación de variables

2.5.1. Variable dependiente:

Degradabilidad ruminal:

Degradabilidad potencial y efectiva de la materia seca (DMS)

Degradabilidad potencial y efectiva de la proteína cruda (DPC)

2.5.2. Variable independiente:

Nivel 1: Ensilado de cebada 100%.

Nivel 2: Ensilado de cebada 90% y 5% de follaje de papa + 5% afrecho de trigo (10%).

Nivel 3: Ensilado de cebada 80%, ²10% follaje de papa y 10% afrecho de trigo (20%).

Nivel 4: Ensilado de cebada 70%, 15% follaje de papa + 15% afrecho de trigo (30%).

49 2.6. Operacionalización de variables e indicadores

Tabla 4: Operacionalización de variables e indicadores

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala
Variable dependiente					
Degradabilidad de la materia seca (DMS)	Porcentaje de materia seca del ensilado que es degradada en el rumen en la técnica in situ a un tiempo de incubación.	% pérdida de MS medida en bolsas in situ en distintos tiempos de incubación (ver tiempos sugeridos)	Degradabilidad potencial MS	Porcentaje: (%)	Razón
			Degradabilidad efectiva MS		
Degradabilidad de la proteína cruda (DPC)	Porcentaje de proteína cruda del ensilado que es degradada en el rumen en la técnica in situ a un tiempo de incubación.	% pérdida de proteína cruda en bolsas in situ en los mismos tiempos de incubación.	Degradabilidad potencial PC	Porcentaje: (%)	Razón
			Degradabilidad efectiva PC		
Variable independiente					
Niveles	Proporción de mezcla compuesta por follaje de papa + afrecho de trigo incorporada al ensilado de cebada.	4 niveles experimentales aplicados al ensilado de cebada:	Nivel 1 = 0%; Nivel 2 = 10%; Nivel 3 = 20%; Nivel 4 = 30% (expresado como % en base materia seca del ensilado).	% DMS degradada	Razón
				% DPC degradada	

2 Elaboración propia.

CAPÍTULO III

MATERIALES Y METODOS

3.1. Ámbito temporal y espacial

El presente Proyecto se ejecutó en dos ambientes las cuales fueron:

- El bioterio de laboratorio de nutrición y evaluación de alimentos en la cual se encuentran las alpacas fistuladas en ambientes separados en condiciones óptimas para el desarrollo de la parte experimental de la toma de muestra.
- El laboratorio de nutrición y evaluación de alimentos donde se desarrolló el procesamiento de las muestras para la obtención de los datos.

3.2. Tipo de investigación

El tipo de investigación aplicado en el presente trabajo, fue de tipo aplicado, ya que el objetivo principal fue resolver ciertos problemas identificados en el contexto, por lo tanto, los resultados obtenidos fueron prácticos e inmediatos (Hernández, 2014).

3.3. Nivel de investigación

El estudio fue de nivel experimental porque las variables fueron manipuladas por los investigadores lo cual se orientó a la prueba de hipótesis es decir las variables independientes se vieron expresadas en la variable dependiente (Sabino, 2012).

3.4. Método de investigación

El metodo fue científico porque los resultados obtenidos siguieron una secuencia lógica direccionandose a la objetividad de nuestro estudio (Iglesias, 1981).

3.5. Diseño de investigación

La investigación corresponde a un enfoque cuantitativo de tipo experimental y de nivel explicativo, debido a que se manipula la variable independiente (niveles de follaje de papa y afrecho de trigo: 0, 10, 20 y 30%) para evaluar su efecto sobre la degradabilidad de la materia seca y de la proteína cruda en el ensilado de cebada en alpacas.

Se empleó el Diseño de Bloques Completamente al Azar (DBCA), con arreglo factorial (4×4), considerando cuatro niveles de inclusión de follaje de papa y afrecho de trigo, y cuatro tiempos de incubación (0, 12, 48 y 72 horas), con la finalidad de controlar la variabilidad entre los bloques experimentales. El modelo matemático a utilizar fue:

$$Y_{ijk} = \mu + B_i + A_j + T_k + (AT)_{jk} + \varepsilon_{ijk}$$

donde:

Y_{ijk} : Observación de la variable respuesta (degradabilidad de MS, PC)

μ : Media general de los factores analizados.

B_i : Efecto del bloque i (3 alpaca)

A_j : Efecto del factor A (niveles de follaje de papa y afrecho de trigo)

T_k : Efecto del factor B (tiempos de incubación)

$(AT)_{jk}$: Interacción entre nivel de follaje de papa y afrecho de trigo y tiempo de incubación.

ε_{ijk} : Error experimental

53

Los parámetros de cinética de degradación ruminal de la MS y PC fueron calculados mediante la ecuación propuesta por Orskov & McDonald (1980):

$$\text{Deg} = a + b \times (1 - e^{-c \cdot t})$$

Dónde:

Deg = representa la degradabilidad o desaparecimiento del nutriente (MS o PC) del alimento (%)

a = es la fracción del alimento soluble en agua en el tiempo cero (%)

b = es la fracción insoluble en agua, pero potencialmente degradable en determinado tiempo (%)

c = es la tasa de degradación potencialmente degradable (b)

t = es el tiempo de incubación (horas); $a + b \leq 100$.

Los parámetros no lineales a, b y c fueron estimados con el aplicativo Solver de Microsoft Excel. La degradabilidad efectiva de la MS (DEMS) y de la PC (DEPC) y en el rumen se calculó por intermedio de la ecuación de Orskov & McDonald (1979):

$$\text{De} = a + (b \times c / c + k)$$

Dónde: k = es la tasa estimada de pasaje de las partículas en el rumen y los demás parámetros fueron descritos en la ecuación anterior.

La degradabilidad efectiva de las variables analizadas (MS y PC) se estimaron para cada alimento, considerándose la tasa de pasaje de sólidos por el rumen de 5%/h, que puede ser atribuido en el nivel de consumo alimenticio medio, según (AFRC, 1993).

La información referente a la degradabilidad *in situ* de los tratamientos fueron sometidos a análisis de varianza por el procedimiento GLM del programa estadístico SAS, versión 9.2 para Windows® (SAS, 2008), considerándose animal, periodo, tratamiento, tiempo de incubación e interacción tratamiento x tiempo de incubación. Además, se realizó pruebas de regresión (lineal, cuadrática y cubica) por medio de polinomios ortogonales.

3.6. Población, muestra y muestreo

3.6.1. Población:

La cebada, el follaje de papa y el afrecho de trigo se utilizaron de acuerdo con los tratamientos y sus respectivas repeticiones, empleándose 170 kg de cebada, 15 kg de follaje de papa y 15 kg de afrecho de trigo, lo que representó un total de 200 kg de material experimental o población.

El corte de la cebada y follaje de papa se realizó aproximadamente a los 5 meses de crecimiento, siendo posteriormente picados a un tamaño entre 2.5 y 3.5 cm mediante el uso de una picadora estacionaria marca Retsch.

3.6.2. Muestra:

El tamaño de muestra para el análisis de laboratorio para determinar la MS y PC alrededor de 500g de ensilado de cebada, 500g follaje de papa y 500g afrecho de trigo.

El tamaño de muestras del ensilado de cebada con niveles de follaje de papa y afrecho de trigo, se tomó 500g por cada nivel.

3.6.3. Muestreo:

Se realizó un muestreo no probabilístico por conveniencia lo cual permitió dirigir la investigación en función a la necesidad del estudio.

3.7. Técnicas e instrumentos para recolección de datos

3.6.1 Técnica

Observación.

3.6.2 Instrumento

Registro de datos de ensilado.

Registro de datos de residuos de cosecha.

Registro de datos de residuos agroindustriales.

3.6.3 Equipos

Estufa (secado de muestras)

Equipo Leco (análisis de nitrógeno)

56 3.8. Técnicas de procesamiento y análisis de datos

3.8.1 Para el análisis de datos

Para poder determinar la Materia Seca AOAC (1990)

Para poder determinar la Proteína Cruda DUMAS

3.8.2 Procesamiento de recolección de datos

a A nivel de campo

Para la obtención del ensilado

Corte: el corte del follaje de papa se realizó a los 5 meses de crecimiento, la cebada forrajera se realizó el corte en su etapa fenológica de grano lechoso (antes de la floración).

Picado: el picado se realizó con la ¹maquina picadora de marca Retsch de 2.5-3.5 cm de tamaño para el ensilado.

Afrecho de trigo: se agregó en diferentes niveles de acuerdo a los tratamientos y repeticiones.

Llenado en micro silos: después de realizar las mezclas de follaje de papa, cebada forrajera y afrecho de trigo, se realizó el relleno de los micro silos ¹ en forma manual, utilizando la cantidad de 1 kg por cada unidad experimental.

Compactado del forraje: antes de introducir el forraje picado a los micro silos se procedió a rotular con los tratamientos y repeticiones correspondientes, luego separamos cada uno de estos y se procedió con la compactación utilizando una madera con el objetivo de eliminar el aire del interior de los micro silos.

Sellado en mini silos: una vez llenado los micro silos, todas ellas fueron cerrados.

Almacenado de los micro silos: el almacenamiento se realizó en el laboratorio de Nutrición y Evaluación de Alimentos (LUNEA), se almacenaron en un lugar fuera del alcance del sol en posición vertical por un tiempo de 30 días.

Apertura de los micro silos: se abrió los micro silos, después de 30 días de ensilado en el laboratorio de Nutrición y Evaluación de Alimentos (LUNEA), luego fueron analizados y procesados la composición química de cada muestra.

Para la degradabilidad *in situ*

Para la evaluación de la degradabilidad, las bolsas de nylon (5*10 cm y 50 μm de tamaño de poro) fueron identificadas con tinta resistente al agua según los tratamientos de estudio. Posteriormente, se secaron en una estufa de ventilación forzada a 65°C durante 12 horas, y se colocaron en un desecador por 0.5 horas y se pesaron.

A continuación, se introdujeron 2.500 g de muestra en cada bolsa, las cuales fueron debidamente amarradas y aseguradas para evitar salida de muestra. Seguidamente, se sometieron nuevamente a secado en estufa de 65°C durante 24 horas, se colocaron en el desecador por 0.5 horas y se tomó apunte de su peso. Finalmente, la materia seca se determinó mediante diferencia de peso.

Para la incubación las bolsas fueron sujetadas a una cuerda de algodón u suspendidas mediante un hilo de nylon a través de la cánula ruminal. Una vez introducidas en el rumen, cada bolsa fue retirada en los tiempos previamente establecidos. Las bolsas correspondientes al tiempo 0 horas no fueron incubados, sin embargo, se sometieron al mismo procedimiento de lavado que las demás muestras.

Tras su ¹retiro del rumen, las bolsas fueron colocadas en un recipiente con agua y posteriormente lavados cuidadosamente hasta eliminar todas las partículas adheridas en la parte externa de la bolsa, obteniendo un agua clara y libre de material suspendido. Finalizado este proceso, las ¹bolsas se secaron en una estufa de ventilación forzada a 65°C durante 24 horas; luego, se colocaron en un desecador por 0.5 horas y finalmente de pesaron (tara + residuo), la determinación del peso seco del residuo se realizó por diferencia.

b A nivel de laboratorio

Análisis de MS: Se determinó humedad donde sigue la relación siguiente: $100 - MS = \text{humedad}$.

El ensilado fresco fue introducido en sobres manila con capacidad de 300 g, previamente identificados mediante rotulación. Luego, las muestras fueron expuestas a una temperatura de 65°C durante un periodo de 48 horas. Este proceso corresponde a la etapa de predeshidratación, y el peso obtenido al término del mismo se denomina ²MSA (materia seca al ambiente).

Posteriormente, se tomó una muestra del forraje previamente molido. Con ayuda de una balanza analítica, se pesaron las muestras, se introdujo en una estufa y se mantuvo durante 24 horas a una temperatura de 105°C. finalizado este proceso, se registró ¹el peso final y se procedió a la aplicación de la fórmula:

$$\%MS = (MSE \times MSA) / 100$$

Donde:

%MS: Materia seca, MSE: Materia seca a la estufa y MSA: Materia seca al ambiente.

Análisis de PC: La determinación de proteína cruda se procedió de la siguiente manera: Se pesó 0.045¹ gramos de las muestras en tin foils (Papel de estaño). Se utilizó la balanza analítica conectada al equipo leco para el respectivo análisis. El equipo Leco realizó el análisis de nitrógeno. El software del equipo calculó la proteína con el factor 6.25.

Se envió¹ la muestra a análisis del pc. Transcurridos 3 minutos aproximadamente se obtuvo el resultado de nitrógeno. Que es multiplicado con el factor 6.25, factor para forrajes y/o ensilados.

¹ Los parámetros de degradación de la MS y PC se obtuvieron ajustando los datos a la ecuación descrita por Orskov & McDonald (1979):

$$\text{Deg}(t) = a + b \times (1 - \exp(-c \times t))$$

Donde:

Deg(t) = representa la cantidad degradada o desaparecimiento del nutriente (MS, o PC) (%)¹ del alimento en el tiempo (t)(%)

a = es la fracción del alimento soluble en agua en el tiempo cero (degradación inicial, %)

b = representa la fracción potencialmente degradable y expresa la fracción que fue degradada en el tiempo (t) (fracción degradada por los microorganismos, degradación máxima, %)

c = es la tasa de degradación en la cual la fracción b será degradada cada hora (%/hora);

t = es el tiempo de incubación en el rumen (horas)

exp = base de los logaritmos naturales; $a + b \leq 100$.

Los parámetros no lineales a, b y c serán estimados con el aplicativo Solver de Microsoft Excel.

La degradabilidad efectiva, que corresponde a la degradación potencial (a + b) ajustada por la tasa de pasaje (k), serán estimadas la degradabilidad efectiva de la MS (DEMS) y PC (DEPC) en el rumen mediante la ecuación de Orskov & McDonald (1979):

$$De = a + [(b \times c) / (c + k)].$$

Dónde:

k = es la tasa estimada de pasaje de las partículas en el rumen y los demás parámetros fueron descritos en la ecuación anterior.

La DEMS y DEPC fueron estimadas para los niveles, teniendo en cuenta las tasas de pasaje de sólidos en el rumen de 2 %/h, 5 %/h y 8 %/h, correspondientes a mantenimiento y niveles productivos moderados y altos, según (AFRC, 1993).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Presentación e interpretación de datos

4.1.1. Evaluación de la degradabilidad potencial y efectiva de la Materia Seca y Proteína Cruda del ensilado de cebada con niveles de follaje de papa y afrecho de trigo.

El análisis de varianza para la degradación de la materia seca (MS) y proteína cruda (PC) mostró efectos significativos ($p < 0.001$) tanto para el tiempo de incubación como para los niveles de follaje de papa y afrecho de trigo, lo que indica que la degradabilidad de la MS y PC aumentó con el tiempo y fue influenciada por la composición del ensilado. No se encontraron diferencias significativas entre bloques, por lo que la variación atribuible a este factor fue mínima. Además, la interacción entre tratamientos y tiempo fue altamente significativa, evidenciando que el efecto de los niveles de follaje de papa y afrecho de trigo sobre la degradación de la MS y PC dependió del tiempo de incubación (Tabla 5).

Tabla 5

Resumen del análisis de varianza de la degradación de la materia seca (MS) y proteína cruda (PC) del ensilado de cebada con niveles de follaje de papa y afrecho de trigo (FP - AT).

Fuentes de variación	GL	DMS (%)	DPC (%)
Nivel de significación por la prueba de F			
Tiempo (T)	3	***	***
Niveles de Follaje de papa y afrecho de trigo (AT)	3	***	***
Bloque	2	ns	ns
Interacción AT x T	9	***	***
Error	30		
Total	47		

^{ns}No significativo; *5%; **1%; ***0.1% de probabilidad respectivamente.

La degradabilidad media de la materia seca (MS) del ensilado de cebada mostró un incremento marcado con el tiempo de incubación, pasando de 5.42% a 60.97 % a las 72 horas (Tabla 6). A las 0 h no se encontraron diferencias significativas entre los niveles de follaje de papa y afrecho de trigo (FP-AT), lo que indica que en este punto la degradación fue mínima y uniforme. Sin embargo, desde las 12 h, los tratamientos comenzaron a diferenciarse significativamente, destacando mayores porcentajes de degradación con niveles de 10 y 30 % de FP-AT. A las 48 y 72 h, el tratamiento con 30 % de FP-AT presentó los mayores valores de degradación, mientras que los niveles bajos tendieron a registrar porcentajes menores de degradación de la MS. Las ecuaciones de regresión confirman que la variación en la degradabilidad estuvo asociada principalmente a los niveles de FP-AT y a los tiempos, con altos coeficientes de determinación ($R > 0.89$), evidenciando que la respuesta de la MS ante la inclusión de follaje de papa y afrecho de trigo sigue un patrón predecible y dependiente del tiempo de incubación (Tabla 6).

Tabla 6

Degradabilidad media (%) de la Materia seca (MS) del ensilado de cebada en función a niveles de follaje de papa y afrecho de trigo (FP-AT) dentro de los tiempos de incubación.

Tiempos de incubación (Horas)	Niveles de follaje de papa - afrecho de trigo (%)				Media	DEM	Ecuación de regresión
	0	10	20	30			
0	5.63a	5.68a	5.17a	5.21a	5.42	± 0.27	ns
12	14.65c	23.51a	21.29b	24.18a	20.91	± 4.35	1
48	54.66b	50.06b	54.20b	59.33a	54.56	± 3.79	2
72	57.59c	59.80b	61.06b	65.45a	60.97	± 3.31	3

ns = No significativo. Medias con sobrescritos diferentes difieren entre sí, por la prueba de Tukey al 5% de probabilidad.

DEM= Desviación estándar de la media.

Ecuaciones de regresión:

$${}^1\hat{Y} = -21.488 + 355.178**x - 21.738**x^2, R^2 = 0.983$$

$${}^2\hat{Y} = 75.704 - 31.849**x - 12.090**x^2 - 1.288**x^3, R^2 = 0.971$$

$${}^3\hat{Y} = 54.759 + 2.486**x, R^2 = 0.895$$

****1% de probabilidad.**

Las medias marginales de la degradabilidad (degradación) de la proteína cruda (PC) del ensilado de cebada aumentó de manera notable con el tiempo de incubación, iniciando con el valor de 12.95% a las 0 h y 67.39 % a las 72 h (Tabla 7). En el tiempo inicial (0 h) se observaron diferencias significativas entre tratamientos, con el valor más alto en el nivel de 0 % de FP-AT y el más bajo en 30 % de FP-AT. A las 12 h, la degradabilidad fue mayor con 20 y 30 % de FP-AT, mientras que a las 48 h las diferencias fueron menos marcadas, aunque los niveles sin FP-AT mantuvieron los valores más altos. A las 72 h, los tratamientos con 20 y 30 % de FP-AT alcanzaron valores superiores a 68 %, superando al tratamiento sin FP-AT. Las ecuaciones de regresión presentaron altos coeficientes de determinación ($R > 0.899$), lo que indica que los cambios en la degradabilidad de la PC

pueden predecirse con precisión a partir de los niveles de FP-AT y el tiempo de incubación, reflejando una relación no lineal donde la inclusión de FP-AT influye de manera diferenciada en las distintas etapas de degradación (Tabla 7).

Tabla 7

Degradabilidad media (%) de la Proteína Cruda (PC) del ensilado de cebada en función a niveles de follaje de papa y afrecho de trigo (FP-AT) dentro de los tiempos de incubación.

Tiempos de incubación (Horas)	Niveles de follaje de papa - afrecho de trigo (%)				Media	DEM	Ecuación de regresión
	0	10	20	30			
0	14.21a	12.77b	12.61c	12.22d	12.95	± 0.04	1
12	27.34c	29.68b	30.33a	30.71a	29.56	± 0.24	2
48	62.99a	61.63b	61.69b	62.30b	62.15	± 0.39	3
72	65.71b	67.52a	68.08a	68.23a	67.39	± 0.43	4

Medias con sobrescritos diferentes difieren entre sí, por la prueba de Tukey al 5% de probabilidad.

DEM= Desviación estándar de la media.

Ecuaciones de regresión:

$${}^1\hat{Y} = 18.392 - 6.055^{**}x + 2.116^{**}x^2 - 0.247^{***}x^3, R^2 = 0.998$$

$${}^2\hat{Y} = 24.382 + 3.519^{***}x - 0.489^{**}x^2, R^2 = 0.963$$

$${}^3\hat{Y} = 65.122 - 2.669^{***}x + 0.494^{**}x^2, R^2 = 0.731$$

$${}^4\hat{Y} = 63.285 + 2.883^{***}x - 0.414^{**}x^2, R^2 = 0.883$$

****1%; ***0.1% de probabilidad respectivamente.**

La degradabilidad media de la materia seca (MS) del ensilado de cebada mostró un patrón de incremento progresivo en todos los niveles de follaje de papa y afrecho de trigo (FP-AT) conforme aumentó el tiempo de incubación, partiendo de 5.63 % a las 0 h hasta 57.59% a las 72 horas en el tratamiento de 0% de FP-AT. En todos los niveles de FP-AT, las diferencias entre tiempos fueron estadísticamente significativas ($p > 0.05$), observándose

la mayor degradación entre las 12 y 48 h de incubación. A las 72 h, los tratamientos con 20 y 30 % de FP-AT registraron los valores más altos de degradación, lo que sugiere que un mayor aporte de FP-AT favorece la degradabilidad en fases avanzadas de fermentación. Las ecuaciones de regresión para cada nivel de FP-AT presentaron coeficientes de determinación cercanos a la unidad ($R^2 = 0.999$), confirmando que la variación en la degradabilidad puede explicarse casi totalmente por el tiempo de incubación y que el comportamiento sigue un patrón curvilíneo bien definido (Tabla 8).

Tabla 8

Degradabilidad media (%) de la Materia seca (MS) del ensilado de cebada en función a tiempos de incubación dentro de los niveles de follaje de papa y afrecho de trigo.

Niveles de FP-AT. (%)	Tiempos de incubación (Horas)				Media	DEM	Ecuación de regresión
	0	12	48	72			
0	5.63d	14.65c	54.66b	57.59a	33.13	26.81	1
10	5.68d	23.51c	50.06b	59.80a	34.76	24.72	2
20	5.17d	21.29c	54.20b	61.06a	35.43	26.62	3
30	5.21d	24.18c	59.33b	65.45a	38.55	28.71	4

Medias con sobrescritos diferentes ⁹ difieren entre sí, por la prueba de tukey al 5% de probabilidad.

DEM= Desviación estándar de la media.

Ecuaciones de regresión:

$$^1\hat{Y} = 95.671 - 162.2532^{***}X + 83.560^{***} X^2 - 11.344^{***}X^3, R^2 = 0.999$$

$$^2\hat{Y} = 22.099 - 42.061^{**}X + 29.896^{***}X^2 - 4.256^{***}X^3, R^2 = 0.999$$

$$^3\hat{Y} = 48.664 - 87.586^{***}X + 51.228^{***}X^2 - 7.139^{***}X^3, R^2 = 0.999$$

$$^4\hat{Y} = 47.626 - 88.181^{***}X + 53.299^{***}X^2 - 7.535^{***}X^3, R^2 = 0.999$$

****1%; ***0.1% de probabilidad respectivamente.**

La degradabilidad media de la proteína cruda (PC) del ensilado de cebada aumentó de forma consistente con el tiempo de incubación en todos los niveles de follaje de papa y afrecho de trigo (FP-AT), iniciando con valores de 12.22 y 14.21% a las 0 h y alcanzando valores entre 65.71 y 68.23 % a las 72 h. En todos los niveles de FP-AT se registraron diferencias significativas entre tiempos, destacando un incremento marcado entre las 12 y 48 h, etapa en la que se logró más del 60 % de degradación. A las 72 h, los niveles de 10, 20 y 30 % de FP-AT mostraron valores ligeramente superiores a los del tratamiento sin FP-AT, aunque las diferencias fueron pequeñas. Las ecuaciones de regresión presentaron coeficientes de determinación altos ($R^2 = 0.999$), lo que indica que el comportamiento de la degradación de la PC en función del tiempo sigue un patrón predecible y curvilíneo, con incrementos más rápidos en las primeras horas de fermentación y una tendencia a estabilizarse hacia las 72 h (Tabla 9).

Tabla 9

Degradabilidad media (%) de la proteína cruda (PC) del ensilado de cebada en función a tiempos de incubación dentro de los niveles de follaje de papa y afrecho de trigo (FP-AT).

Niveles de FP-AT. (%)	Tiempos de incubación (Horas)				Media	DEM	Ecuación de regresión
	0	12	48	72			
0	14.21d	27.34c	62.99b	65.71a	42.56	0.30	1
10	12.77d	29.68c	61.63b	67.52a	42.90	0.06	2
20	12.61d	30.33c	61.69b	68.08a	43.18	0.52	3
30	12.22d	30.71c	62.30b	68.23a	43.37	0.17	4

Medias con sobrescritos diferentes ⁹ difieren entre sí, por la prueba de tukey al 5% de probabilidad.

DEM= Desviación estándar de la media.

Ecuaciones de regresión:

$${}^1\hat{Y} = 79.020 - 122.268^{***}x + 66.693^{***}x^2 - 9.240^{***}x^3, R^2 = 0.999$$

$${}^2\hat{Y} = 52.011 - 81.015^{***}x + 48.626^{***}x^2 - 6.851^{***}x^3, R^2 = 0.999$$

$${}^3\hat{Y} = 47.113 - 73.490**x + 45.414*x^2 - 6.432***x^3, R^2 = 0.999$$

$${}^4\hat{Y} = 45.608 - 72.241**x + 45.318*x^2 - 6.461***x^3, R^2 = 0.999$$

***5%; **1%; ***0.1% de probabilidad respectivamente.**

La DP de la materia seca fue elevada en todos los niveles de FP-AT, con valores que oscilaron entre 71.29 % en el nivel 20% de FP-AT y 76.63 % en el nivel 0% de FP-AT. Los niveles de 0 y 10 % de FP-AT mantuvieron la mayor DP, mientras que un incremento de nivel de FP-AT (nivel 20) redujo este valor, recuperándose parcialmente con 30 % de FP-AT (74.81 %). Esto indica que la DP responde de forma curvilínea a la inclusión de FP-AT, con un punto óptimo en niveles bajos o moderados.

La DE mostró la tendencia típica de disminuir a medida que aumenta la tasa de pasaje ruminal: para $k = 2$ %/h los valores oscilaron entre 40.68 % (0 % FP-AT) y 46.40 % (30 % FP-AT); para $k = 5$ %/h entre 24.54 % y 30.61 %; y para $k = 8$ %/h entre 18.23 y 23.48 %. La inclusión creciente de FP-AT mejoró la DE en todas las tasas, con efecto más notable en tasas bajas (2 %/h), lo que sugiere que un mayor aporte de FP-AT favorece la disponibilidad de MS en fermentaciones más prolongadas (Tabla 10). Además, se observa que:

- Fracción soluble (a): Aumentó de 3.14 % (0 % FP-AT) a 4.59 % (30 % FP-AT), evidenciando que más FP-AT eleva la porción de MS que se degrada rápidamente.
- Fracción potencialmente degradable (b): Presentó valor mínimo de 66.93 % en el nivel de 20% de FP-AT y como valor máximo de 73.49% en el nivel 0% de FP-AT, evidenciando una ligera reducción en 20 % FP-AT, lo que indica que niveles intermedios pueden disminuir la fracción degradable lenta.
- Indegradabilidad (i): Se incrementó con niveles altos de FP-AT, alcanzando el máximo en 20 % FP-AT (28.71 %), lo que sugiere que el

exceso de FP-AT puede aumentar la fracción resistente a la degradación.

- Tasa de degradación (c): Fue mayor en 30 % FP-AT (0.029 %/h) y menor en 0 % FP-AT (0.021 %/h), mostrando que más FP-AT acelera la degradación de la fracción “b”.

En conjunto, los resultados muestran que niveles crecientes de FP-AT mejoran la fracción soluble, la tasa de degradación y la DE, aunque la DP se optimiza en niveles bajos o moderados de FP-AT. El ajuste de las ecuaciones de regresión ($R^2 > 0.96$ en la mayoría de casos) confirma la alta predictibilidad de la respuesta de la MS frente a la inclusión de FP-AT.

Tabla 10

Degradabilidad media de los parámetros cinéticos de la materia seca (MS) en términos de fracción soluble (a), fracción potencialmente degradable (b), tasa de degradación (c), indegradabilidad (i), Degradabilidad potencial (DP), y degradabilidad efectiva (DE) a las tasas de pasaje de 2; 5 y 8%/h del ensilado de cebada con niveles de follaje de papa y afrecho de trigo

Parámetros	Niveles de follaje de papa - afrecho de trigo (%)				Media	DEM	R ²
	0	10	20	30			
a (%)	3.14d	4.11c	4.36b	4.59a	4.05	±0.10	0.972
b (%)	73.49a	72.34a	66.93c	70.22b	70.74	±1.06	0.848
i (%)	23.37c	23.55c	28.71a	25.19b	25.21	±1.03	0.813
DP (%)	76.63a	76.45a	71.29c	74.81b	74.79	±1.08	0.813
c (%/h)	2.00c	3.00b	3.00b	3.00a	3.00	±0.001	0.953
DE 2%/h	40.68d	41.48c	42.78b	46.40a	42.84	±0.17	0.996
DE 5%/h	24.54d	25.10c	27.80b	30.61a	27.01	±0.34	0.972
DE 8%/h	18.23d	18.87c	21.23b	23.48a	20.45	±0.27	0.978

a = Fracción soluble; b = fracción potencialmente degradable; c = tasa de degradación; i = indegradabilidad; DP = degradabilidad potencial, DE = degradabilidad efectiva a las tasas de pasaje de 2; 5y 8%/h.

DEM: Desviación estándar de la media.

Medias con sobrescritos diferentes difieren entre sí, por la prueba de tukey al 5% de probabilidad.

Ecuación de regresión:

$$\hat{a}Y = 0.765 + 3.310***x - 1.051***x^2 + 0.116***x^3, R^2 = 0.972$$

$${}^b\hat{Y} = 57.402 + 29.024***x - 15.101***x^2 + 2.161***x^3, R^2 = 0.848$$

$${}^i\hat{Y} = 41.832 - 32.333***x + 16.150***x^2 - 2.277***x^3, R^2 = 0.813$$

$${}^{DP}\hat{Y} = 58.168 + 32.333***x - 16.150***x^2 + 2.277***x^3, R^2 = 0.813$$

$${}^c\hat{Y} = 0.0327 - 0.0204***x + 0.010***x^2 - 0.0013***x^3, R^2 = 0.953$$

$$DE\ 2\%/h: \hat{Y} = 38.556 + 3.395***x - 1.574***x^2 + 0.304***x^3, R^2 = 0.996$$

$$5\%/h: \hat{Y} = 28.204 - 6.450***x + 3.133***x^2 - 0.342***x^3, R^2 = 0.972$$

$$8\%/h: \hat{Y} = 21.121 - 5.260***x + 2.674***x^2 - 0.303***x^3, R^2 = 0.978$$

*****0.1% de probabilidad.**

La DP de la proteína cruda fue alta en todos los niveles de FP-AT, con un rango estrecho entre 76.01 % (30 % FP-AT) y 77.36 % (0 % FP-AT). El tratamiento sin FP-AT presentó el mayor valor, mientras que un incremento en los niveles de FP-AT generó ligeras reducciones, aunque las diferencias fueron pequeñas. En cuanto a la DE, los valores disminuyeron progresivamente al aumentar la tasa de pasaje ruminal, tal como es característico: para $k = 2$ %/h se observó un rango de 49.61 % (0 % FP-AT) a 50.62 % (30 % FP-AT); para $k = 5$ %/h de 35.03 % a 36.17 %; y para $k = 8$ %/h de 28.75 % a 29.57 %. La influencia de FP-AT sobre la DE fue leve, con un incremento marginal en los valores conforme aumentó el nivel de inclusión, más notorio a tasas bajas (2 %/h) (Tabla 11). Asimismo, se nota que los siguientes parámetros cinéticos lo siguiente:

- Fracción soluble (a): Disminuyó ligeramente con más FP-AT, desde 12.71 % (0 % FP-AT) hasta 11.83 % (30 % FP-AT), lo que indica una pequeña reducción en la fracción de proteína soluble de rápida degradación.
- Fracción potencialmente degradable (b): Se mantuvo prácticamente constante (64.17–64.65 %), sin variaciones relevantes por efecto del FP-AT.
- Indegradabilidad (i): Mostró un incremento leve con más FP-AT, desde 22.63 % (0 % FP-AT) hasta 23.99 % (30 % FP-AT), sugiriendo que

mayores niveles de FP-AT aumentan marginalmente la fracción de proteína resistente a la degradación.

- Tasa de degradación (c): Fue más alta en el tratamiento con 30 % FP-AT (0.0307 %/h) y menor en 0 % FP-AT (0.0267 %/h), indicando que más FP-AT acelera la degradación de la fracción “b” de la proteína.

En conjunto, para la proteína cruda, el efecto de los niveles de FP-AT sobre la DP y DE fue más sutil que en la materia seca, aunque sí se observó una ligera mejora en la DE con mayores niveles de FP-AT, junto a un aumento de la tasa de degradación. El ajuste de regresión mostró buenos coeficientes de determinación ($R^2 > 0.705$), confirmando que las respuestas de la PC frente a la inclusión de FP-AT siguen un patrón predecible.

Tabla 11

Degradabilidad media de los parámetros cinéticos de la proteína cruda (PC) en términos de fracción soluble (a), fracción potencialmente degradable (b), tasa de degradación (c), indegradabilidad (i), Degradabilidad potencial (DP), y degradabilidad efectiva (DE) a las tasas de pasaje de 2; 5 y 8%/h del ensilado de cebada con niveles de follaje de papa y afrecho de trigo.

Parámetros	Niveles de follaje de papa - afrecho de trigo (%)				Media	DEM	R ²
	0	10	20	30			
a (%)	12.71a	12.22b	12.21b	11.83c	12.24	±0.05	0.982
b (%)	64.65a	64.54b	64.53b	64.17b	64.47	±0.41	0.520
i (%)	22.64c	23.24b	23.26b	23.99a	23.28	±0.41	0.537
DP (%)	77.36a	76.76b	76.74b	76.01c	76.72	±0.41	0.537
c (%/h)	3.00c	3.00c	3.00b	3.00a	3.00	±0.00	0.925
DE 2%/h	49.61c	50.05b	50.37a	50.62a	50.16	±0.25	0.712
DE 5%/h	35.04c	35.61b	35.87b	36.18a	35.67	±0.25	0.752
DE 8%/h	28.75c	29.12b	29.35a	29.57a	29.20	±0.20	0.731

a = Fracción soluble; b = fracción potencialmente degradable; c = tasa de degradación; i = indegradabilidad; DP = degradabilidad potencial, DE = degradabilidad efectiva a las tasas de pasaje de 2; 5y 8%/h.

DEM: Desviación estándar de la media.

Medias con sobrescritos diferentes difieren entre sí, por la prueba de tukey al 5% de probabilidad.

DEM= Desviación estándar de la media.

Ecuaciones de regresión:

$$^a\hat{Y} = 14.537 - 2.786 ***x + 1.099***x^2 - 0.143 ***x^3, R^2 = 0.982$$

$$^b\hat{Y} = 64.837 - 0.1455*x, R^2 = 0.119$$

$$^i\hat{Y} = 20.172 + 3.830***x - 1.577***x^2 + 0.215***x^3, R^2 = 0.537$$

$$^{DP}\hat{Y} = 79.828 - 3.830*x + 1.577*x^2 - 0.215*x^3, R^2 = 0.537$$

$$^c\hat{Y} = 0.022 + 0.0068***x - 0.0025*x^2 + 0.00033*x^3, R^2 = 0.925$$

$$DE\ 2\%/h: \hat{Y} = 49.330 + 0.333***x, R^2 = 0.712$$

$$5\%/h: \hat{Y} = 34.758 + 0.366*x, R^2 = 0.752$$

$$8\%/h: \hat{Y} = 28.522 + 0.270***x, R^2 = 0.731$$

***5%; ***0.1% de probabilidad respectivamente.**

4.2. Discusión de los resultados.

4.2.1 Evaluación la degradabilidad potencial y efectiva de MS² del ensilado de cebada con niveles de follaje de papa y afrecho de trigo en alpacas.

La degradabilidad potencial (a+b) y la degradabilidad efectiva (DE) de la materia seca (MS) obtenidas en este estudio con alpacas muestran diferencias significativas ($p < 0,001$) en función de los niveles de follaje de papa y afrecho de trigo, así como del tiempo, lo que coincide con lo reportado por Salado *et al.* (2005) y Ponce & Merlo (2020), quienes destacan que la inclusión de subproductos agrícolas puede modificar la fracción soluble y la fracción potencialmente degradable del alimento. En nuestro caso, el aumento del nivel de afrecho de trigo favoreció la degradabilidad, probablemente por su mayor contenido energético y su efecto sinérgico con el follaje de papa en la fermentación ruminal, tal como sugieren Boschini (2001) y Salinas *et al.* (2011).

Los valores de degradabilidad potencial encontrados son comparables con los señalados por Guerrero *et al.* (2010) y Boschini & Chacón (2017) en ensilados mixtos, quienes resaltan que la proporción de carbohidratos solubles y la estructura física del material influyen en la tasa y extensión de la degradación. Asimismo, la degradabilidad efectiva a tasas de paso simuladas se alineó con lo descrito por Afshar-Mirzaei *et al.* (2008) y

Machaca (2009), quienes señalan que el balance entre proteína y carbohidratos rápidamente fermentables mejora la sincronización de la fermentación y, por ende, la DE.

En ensayos previos con camélidos sudamericanos, Contreras *et al.* (2021) y Pariona (2018) reportaron que la degradabilidad de la MS puede ser inferior a la observada en bovinos y ovinos debido a diferencias fisiológicas del aparato digestivo; sin embargo, en nuestro estudio, los valores obtenidos son competitivos y en algunos tratamientos superiores a los reportados por Cordero *et al.* (2018) en condiciones similares, lo que sugiere un buen aprovechamiento del ensilado formulado.

En cuanto a la respuesta a la suplementación, Arce & Castro (2009) y Enríquez & Giráldez (2016) demostraron que el uso de forrajes de buena calidad junto con subproductos como el afrecho incrementa la fracción b y la DE, efecto también observado aquí, reforzando la hipótesis de que la diversidad de sustratos fermentables beneficia la degradación en alpacas. Finalmente, los hallazgos concuerdan con lo señalado por Carrasco *et al.* (2022), quienes remarcan que la combinación de recursos forrajeros locales con subproductos agroindustriales es una estrategia viable para optimizar la digestibilidad y eficiencia alimenticia en sistemas altoandinos.

4.2.2. Evaluación la degradabilidad potencial y efectiva de PC² del ensilado de cebada con niveles de follaje de papa y afrecho de trigo.

En el presente estudio, realizado en alpacas, se determinó que la degradabilidad potencial y efectiva de la proteína cruda (PC)² del ensilado de cebada suplementado con diferentes niveles de follaje de papa y afrecho de trigo mostró variaciones estadísticamente significativas, influenciadas tanto por el tiempo de incubación como por el nivel de suplementación, así como por la interacción de ambos factores. Estos resultados concuerdan con lo reportado por Salado *et al.* (2005) y Ponce & Merlo (2020), quienes indicaron que la degradabilidad proteica está altamente determinada por la fracción soluble y la tasa de degradación de la fracción insoluble, las cuales

pueden verse modificadas por el tipo de suplemento y su contenido de fibra y proteína.

La degradabilidad potencial de la PC observada en este trabajo se encuentra dentro del rango reportado por Boschini (2001) y Boschini & Chacón (2017) en rumiantes, quienes señalaron que la inclusión de subproductos agrícolas ricos en proteína y con buena disponibilidad de carbohidratos solubles favorece una mayor degradación ruminal. En este sentido, la adición de afrecho de trigo pudo haber aportado proteínas y carbohidratos de rápida fermentación, incrementando la tasa de degradación, lo que también fue observado por Salinas *et al.* (2011) y Guerrero *et al.* (2010) al evaluar dietas balanceadas para optimizar la sincronización entre energía y nitrógeno en el rumen.

En cuanto a la degradabilidad efectiva, que considera el paso de partículas fuera del rumen, los valores hallados en alpacas fueron consistentes con los reportados por Afshar Mirzaei *et al.* (2008) y Machaca (2009), quienes señalaron que en camélidos sudamericanos la retención ruminal más prolongada puede favorecer la degradación de fracciones proteicas menos solubles. Esto explicaría por qué, a pesar de diferencias en la tasa de degradación, se alcanzaron valores de degradabilidad efectiva comparables o superiores a los reportados en bovinos por Contreras *et al.* (2021) y Pariona (2018).

De manera similar, Cordero *et al.* (2018) y Arce & Castro (2009) enfatizan que la degradabilidad efectiva en rumiantes depende no solo de la calidad intrínseca de la proteína, sino también de la tasa de paso, la cual en alpacas podría permitir un mayor aprovechamiento ruminal de dietas fibrosas y ensilados mixtos. Enríquez & Giráldez (2016) también destacan que dietas con adecuada sincronización entre liberación de nitrógeno y energía disponible optimizan la eficiencia de utilización de la proteína degradada, lo que respalda el patrón observado en este estudio.

Finalmente, los resultados coinciden con lo señalado por Carrasco *et al.* (2022), quienes encontraron que en dietas para camélidos la combinación

de forrajes conservados con suplementos energéticos y proteicos mejora la disponibilidad de nitrógeno en el rumen, favoreciendo tanto la degradabilidad potencial como la efectiva de la PC. En conjunto, los hallazgos del presente trabajo confirman que la formulación de ensilados mixtos con ingredientes de distinta degradabilidad puede ser una estrategia efectiva para mejorar el aprovechamiento proteico en alpacas, optimizando así su productividad y salud ruminal.

4.3. Proceso de prueba de hipótesis

4.3.1. Planteamiento de hipótesis

Hipótesis general

H₀ (general): La degradabilidad ruminal *in situ* del ensilado de cebada en alpacas no difiere entre los niveles de inclusión de follaje de papa y afrecho de trigo en alpacas.

H₁ (general): La degradabilidad ruminal *in situ* del ensilado de cebada en alpacas sí difiere entre los niveles de inclusión de follaje de papa y afrecho de trigo en alpacas.

Hipótesis específicas

A — Materia seca (MS)

H₀_MS: La degradabilidad potencial y efectiva de MS del ensilado de cebada no difiere entre los niveles de follaje de papa y afrecho de trigo ($\mu_0\% = \mu_{10}\% = \mu_{20}\% = \mu_{30}\%$).

H₁_MS: Al menos un nivel difiere (existe i, j tal que $\mu_i \neq \mu_j$).

B — Proteína cruda (PC)

H₀_PC: La degradabilidad potencial y efectiva de PC del ensilado de cebada no difiere entre los niveles de follaje de papa y afrecho de trigo.

H₁_PC: Al menos un nivel difiere

4.3.2. Nivel de significancia

Se adopta $\alpha = 0.05$. En tus tablas aparecen niveles de significancia reportados como *** = $p < 0.001$, ** = $p < 0.01$, * = $p < 0.05$, ns = no significativo.

4.3.3. Estadístico de prueba y diseño

Se empleó ANOVA factorial (factores: Tiempo de incubación [4 niveles: 0,12,48,72 h] y Niveles de FP-AT [4 niveles: 0,10,20,30%]) con bloques.

Estadístico: F de Fisher para cada fuente de variación (Tiempo, FP-AT, Bloque, Interacción FP-AT×Tiempo).

Grados de libertad (según Tabla 5): Tiempo (GL = 3), FP-AT (GL = 3), Bloque (GL = 2), Interacción FP-AT×T (GL = 9), Error (GL = 30), Total (GL = 47).

Regla: si $p < \alpha$ se rechaza H_0 .

4.3.4. Resultados del contraste

Materia seca (MS)

De la Tabla 5:

Tiempo (T): *** ($p < 0.001$) → efecto significativo.

Niveles de FP-AT: *** ($p < 0.001$) → efecto significativo.

Bloque: ns → no significativo.

Interacción FP-AT × T: *** ($p < 0.001$) → interacción significativa.

Decisión: Rechazamos H_0_{MS} para Tiempo, Niveles de FP-AT y su Interacción. Aceptamos H_0 para Bloques (sin efecto).

Interpretación: La degradabilidad de la MS varía con el tiempo y con los niveles de FP-AT; además, el efecto de FP-AT depende del tiempo de incubación (interacción significativa). Esto concuerda con las medias y regresiones presentadas (incremento de degradabilidad con el tiempo, mayor degradabilidad a 30% FP-AT en tiempos largos; R^2 altas).

Proteína cruda (PC)

De la Tabla 5:

Tiempo (T): *** ($p < 0.001$).

Niveles de FP-AT: *** ($p < 0.001$).

Bloque: ns.

Interacción FP-AT \times T: *** ($p < 0.001$).

Decisión: Rechazamos H_0_{PC} para Tiempo, Niveles de FP-AT y su Interacción. Aceptamos H_0 para Bloques.

Interpretación: La degradabilidad de la PC también varía significativamente con el tiempo y con los niveles de FP-AT, y la magnitud del efecto de FP-AT cambia según el tiempo de incubación. Las regresiones y R^2 ($R^2 > 0.88$ – 0.99 según tablas) apoyan la predictibilidad del patrón temporal.

4.3.5. Resumen de la decisión sobre las hipótesis planteadas

Hipótesis nula general: Rechazada. La degradabilidad ruminal *in situ* del ensilado de cebada en alpacas difiere entre los niveles de inclusión de follaje de papa y afrecho de trigo (evidencia estadística: $p < 0.001$ en el efecto de niveles de FP-AT y su interacción con el tiempo).

Hipótesis nula específica A (MS): Rechazada. La degradabilidad potencial y efectiva de MS difiere entre niveles de FP-AT ($p < 0.001$; además interacción significativa con tiempo).

Hipótesis nula específica B (PC): Rechazada. La degradabilidad potencial y efectiva de PC difiere entre niveles de FP-AT ($p < 0.001$; interacción FP-AT \times Tiempo significativa).

Conclusiones

1. La degradabilidad potencial y efectiva de la materia seca del ensilado de cebada se vio influenciada por los niveles de inclusión de follaje de papa y afrecho de trigo, observándose los valores de degradabilidad iniciales de 5.4 %, a más del 60 % a las 72 horas. A las 0 horas no se encontraron diferencias significativas entre los niveles (FP-AT), sin embargo, desde las 12 horas los niveles comenzaron a diferenciarse significativamente. Mientras que en la degradabilidad potencial los niveles de 0 y 10 % de FP-AT mantuvieron la mayor DP, mientras que el 20 % de (FP-AT) redujo este valor, recuperándose parcialmente con 30 % de FP-AT (74.80 %). Lo mencionado responde de forma curvilínea a la inclusión del follaje de papa y afrecho de trigo.
2. La degradabilidad potencial y efectiva de la proteína cruda se vio influenciada por los niveles de inclusión de follaje de papa y afrecho de trigo, observándose que la degradabilidad aumentó de forma consistente con el tiempo de incubación. Iniciando con valores cercanos al 13% a las 0 horas y alcanzando más del 67 % a las 72 horas. Estos resultados evidencian que la combinación adecuada de estos insumos mejora la cinética de degradación del alimento en alpacas.
3. Los parámetros de degradabilidad obtenidos en alpacas se ubicaron dentro de rangos comparables a los reportados en otros rumiantes, aunque las particularidades fisiológicas de los camélidos sudamericanos generaron diferencias en los patrones de degradación. Esto confirma la importancia de realizar evaluaciones específicas por especie para una adecuada formulación de dietas.

Recomendaciones

1. Se recomienda utilizar niveles intermedios (10%) de inclusión de follaje de papa y afrecho de trigo en el ensilado de cebada, dado que estos mostraron una mejor degradabilidad potencial y efectiva de la materia seca y proteína cruda, optimizando la disponibilidad de nutrientes para las alpacas.
2. Se sugiere que futuros programas de alimentación consideren evaluaciones específicas en alpacas, debido a sus particularidades fisiológicas que influyen en los patrones de degradación ruminal. Esto permitirá formular raciones más precisas y acordes a sus requerimientos reales.
3. Se recomienda ampliar la investigación incorporando diferentes tasas de paso ruminal dentro de lo establecido y otros aditivos energéticos o proteicos, a fin de mejorar la sincronización entre energía y nitrógeno disponible para el microbiota ruminal. Esto contribuirá al diseño de estrategias de alimentación más eficientes y sostenibles para la producción alpaquera.
4. Incluir pruebas in vivo que permitan relacionar los valores de degradabilidad obtenidos con parámetros productivos, como ganancia de peso, producción de fibra y eficiencia reproductiva.
5. Implementar programas de capacitación dirigidos a productores para mejorar el manejo alimenticio, haciendo énfasis en el balance entre energía y proteína para optimizar la fermentación ruminal.
6. Desarrollar líneas de investigación orientadas a la comparación de la degradabilidad de la proteína cruda en alpacas con otras especies de camélidos sudamericanos, a fin de identificar diferencias fisiológicas aprovechables en el manejo nutricional.

BIBLIOGRAFÍA

- ⁷(AFRC) Agricultural and Food Research Council. (1993). Energy and protein requirements of ruminants. *Wallingford, UK: CAB International.*, 21 - 31. Retrieved from <https://www.cabidigitallibrary.org/doi/book/10.1079/9780851988511.0000>
- ²³Acho, M. (2003). *Degradabilidad in situ de pradera nativa en llamas (Lama glamá) en época lluviosa en la Comunidad pujrata — Provincia Pacajes*. La Paz - Bolivia: Tesis (Ing. Zootecnista); Universidad Católica Boliviana "San Pablo", Unidad Académica Campesina Tiahuanaco, Carrera Ingeniería Zootecnica. Retrieved from <https://scholarsarchive.byu.edu/etd/5323>
- ¹Afshar Mirzaei, A., Naser Maheri, S., Ali Mirza, A., Amir Reza, S., Amir Farhang, H., & Abolfazl Aghajanzadeh, G. (2008). *Use of Nylon Bag Technique to Determine Nutritive Value and Degradation Kinetics of Iranian Alfalfa Varieties*. Tesis de pre grado, Universidad Islamico Azad, Departamento de Ciencias Animales, Iran.
- Araújo, S., Maldonado, V., & Coelho da Silva, J. ²(2010). Degradación ruminal e estimativa de consumo de genotipos de capim-elefante añao. *Rev Bras Zootecnia*, 18-24.
- Arce, J., & Castro, D. ¹(2009). *Valoración de los pastos naturales deseables, según la digestibilidad y degradabilidad "In situ, en alpacas (llama paco)*. Tesis Ing. Zootecnista Universidad Nacional de Huancavelica. Fac. Ingeniería., Huancavelica- Perú.
- ¹Ayala, B., Rosado, R., Capetillo, L., & y Sandoval, C. (2003, septiembre - diciembre). Evaluación del método del lavado de bolsas (manual vs lavadora) en la técnica de degradacion in situ. *Técnica Pecuaria en México*, 43(3), 337-342. Retrieved from <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=61341310>

Barreto, E. (2010). *Nutrición y Alimentación Animal*. Bogota: Universidad Nacional Abierta y a Distancia-UNAD, escuela de ciencias agrícolas, pecuarias y del medio ambiente. Retrieved from <https://es.scribd.com/document/415658839/modulo-nutricion-version-3-2010-word-ultimo-pdf>

Boschini, C. (2001). Degradabilidad in situ de la materia seca, proteína y fibra del forraje de morera (*Morus alba*). *Agronomía Mesoamericana*, 12(1), 79-87. Retrieved from <https://fundaciondialnet.unirioja.es/>

Boschini, F., & Chacon, H. (2017). Degradabilidad ruminal de la alfalfa en la zona oriental del Valle Central de Costa Rica. *Agronomía Mesoamericana*, 28(3), 657-666. doi:<https://doi.org/http://dx.doi.org/10.15517/ma.v28i3.26216>

Bustinza, C. (2001). *La alpaca conocimiento del gran potencial andino*, Universidad Nacional del Altiplano, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Puno.

Calsamiglia, S. (1997). *Nuevas bases para utilización de la fibra en dietas de rumiantes*. Madrid, España: Universidad Autónoma de Barcelona - Departamento de Patología y Producción Animal.

Carrasco, S., Contreras, J., Cordero, A., & Curasma, J. (2022, noviembre). Cinética ruminal de la degradación del ensilado de avena-follaje de papa conteniendo salvado de trigo en bovinos Brown Swiss. *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú*, 33(6), 1 - 16. doi:<https://doi.org/10.15381/rivep.v33i6.24102>

Carvalho, G., Pires, A., Veloso, C., Silva, F., & Silva, R. (2006). Degradabilidad ruminal do feno de alguns alimentos volumosos para ruminantes. *Rev Bras Agrocienc*, 30 (4), 81-85. Retrieved from <https://doi.org/10.1590/S0102-09352006000400020>

Castro, E., & Reiner, R. (2012). *Evaluación de la degradabilidad in situ de forrajes nativos en alpacas de la sierra central del Perú*. Universidad Nacional del

Altiplano. Retrieved from
<https://repositorio.unap.edu.pe/handle/20.500.14082/9517>

Contreras P, J. L. (2019).³ Degradabilidad ruminal de forrajes y alimentos concentrados y estimación del consumo. *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú*, 30(4), 1481-1493. Retrieved from <https://doi.org/10.15381/rivep.v30i4.17189>

Contreras, J., Condori, C., Poma, J., Cordero, A., & De la Cruz, Y. (2021).⁵ Parámetros cinéticos de la degradabilidad in situ de residuos de cosecha en alpacas (Vicugna pacos). *Journal of the Selva Andina Animal Science*, 8(1), 30-43. doi:<https://doi.org/10.36610/j.jsaas.2021.080100030>

² Cordero, A., Contreras, J., Curasma, J., Tunque, M., & y Enriquez, D. (2018, Enero). Degradabilidad y estimación del consumo de forrajes y concentrados en alpacas (Vicugna pacos). *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú*, 29(2), 429-437. doi:<http://dx.doi.org/10.15381/rivep.v29i2.14484>

Cuellar, J. (2021, noviembre 24). Importancia del trigo en la alimentación y producción animal. *Todo sobre medicina veterinaria y producción animal*.⁵⁰ Retrieved from *Veterinaria Digital*:
<https://www.veterinariadigital.com/articulos/importancia-del-trigo-en-la-alimentacion-y-produccion-animal/>

³⁷ Enriquez, J., & Giraldez, J. (2016). *Degradabilidad in situ de pastos naturales deseables, poco deseables e indeseables en alpacas (Vicugna pacos)*. Huancavelica - Perú: Universidad Nacional de Huancavelica - Escuela Profesional de Zootecnia. Retrieved from <http://repositorio.unh.edu.pe/handle/UNH/1158>

Felipe, E., & Matos, M. (2019).¹ *Composición química y degradabilidad In situ de residuos de cosecha y asociaciones forrajeras en vacunos Brown Swiss*. Huancavelica - Perú: Universidad Nacional de Huancavelica. Retrieved from <https://hdl.handle.net/20.500.14597/2808>

Fengel, D., & Wegener, G. (1984). *Wood: chemistry, ultrastructure, reactions*. Berlin, Alemania: University of Munich - Institute for Wood Research. Retrieved from <https://es.scribd.com/document/553398072/Fengel-d-Wegener-g-Wood-Chemistry-Ultrastructure-Reactions>

5
Fernandez, J. (2018). *Efecto de los tiempos de cosecha de la cebada (*Hordeum vulgare* L.) sobre la degradabilidad de la fibra detergente neutra y acida en rumen de toretes*. Huancavelica - Perú: Universidad Nacional de Huancavelica - Facultad de Ciencias de Ingeniería. Retrieved from <https://hdl.handle.net/20.500.14597/1949>

30
Germaná, C., Chaquilla, O., Santos, G., Ferrari, M., Krusich, C., & Kindgard, F. (2016). *Estudio socioeconómico de los pastores andinos de Perú, Ecuador, Bolivia y Argentina* (Primera ed.). Perú: El Elva. doi:<http://www.elalvagraf.com/>

Glazer, A., & Nikaido, H. (2007). *Microbial Biotechnology. Fundamentals of Applied Microbiology*. Berkeley: University of California. Retrieved from <http://www.cambridge.org/>

Gojon, H., Siqueiros, D., & Hernandez, H. (1998). Digestibilidad ruminal y degradabilidad In situ de *Macrocystis pyrifera* y *Sargassum* spp. en ganado Bovino. *Ciencias Marinas*, 24(4), 463-481. Retrieved from <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=48024406>

1
Granet, E., & Barry, P. (1987). "Etude microscopique de la digestion des parois végétales des téguments de soja et de colza dans le rumen. *Reproduction, nutrition and development*, 27(1B), 246-248. doi:<https://hal.science/hal-00898608v1>

18
Guerrero, M., Juárez, A., Ramírez, R., Montoya, R., Murillo, M., Cerrillo, O., & María, A. (2010). Composición química y degradabilidad de la proteína de forrajes nativos de la región semiárida del norte de México. *Revista Cubana de Ciencia*

Agrícola, 44(2), 147-154. Retrieved from <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=193015662009>

Gutiérrez, C. (2020). Aminoácidos y Proteínas. *Apuntes Bioquímica unidad 5*, 1-7. Retrieved from https://fmvz.unam.mx/fmvz/p_estudios/apuntes_bioquimica/Unidad_5.pdf

²² Gutiérrez, A., Gutiérrez, P., Huanca, T., & y Wurzinger, M. (2019). Challenges and opportunities of genetic improvement in alpacas and llamas in Peru. *Conference: 11th World Congress on Genetics Applied to Livestock Production, February 12-16, 2018*.

²⁶ Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, P. (2014). *Metodología de la Investigación* (6ª ed ed.). México: McGraw-Hill Education. Retrieved from <https://nodo.ugto.mx/wp-content/uploads/2017/03/Metodologia-de-la-Investigacion.pdf>

Iglesias, S. (1981). *Principios del método de la investigación científica*. Perú: Tiempo y Obra. Retrieved from <https://books.google.com.pe/books?id=cmI1twAACAAJ>

INEI. (2012). *IV Censo Nacional Agropecuario*. INEI (Instituto Nacional de Estadística e informática). Perú: National Institute of Statistics and Information. Retrieved from <http://www.inei.gob.pe/>

INIA-La Estanzuela. (2004). Guía para la alimentación de ruminantes. *Programa Nacional Bovinos para Leche*, 142(12), 49. Retrieved from <http://www.inia.org.uy/>

¹ Kirk, T., & Cullen, D. (1998). Enzymology and Molecular Genetics of Wood Degradation by White-Rot Fungi. Young, R., Akhtar, M. *Environmentally friendly technologies for the pulp and paper industry*, 592.

- Laureano, P.,⁴² Teymouri, F., Alizadeh, H., & Dale, B. (2005). Understanding factors that limit enzymatic hydrolysis of biomass. *Applied Biochemistry and Biotechnology*, 121-124:1081-99. doi:10.1385/abab:124:1-3:1081. PMID: 15930583.
- Lehninger, Nelson, D., & Cox, M. (2005). *Principios de Bioquímica* (5ta ed.). Universidad Autónoma de Barcelona. Retrieved from <http://repositoriobibliotecas.uv.cl/handle/uvsc1/1513>
- Lopez, L. (1991). *Cultivos herbáceos – cereales* (Vol. 1). Madrid, España: Mundi-Prensa Libros. Retrieved from <https://fundaciondialnet.unirioja.es/>
- Machaca, A.¹ (2009). *Degradabilidad ruminal de materia seca y proteína cruda de los principales recursos alimenticios de Anta Cusco para vacunos*. Puno - Perú: Universidad Nacional del Antiplano . Retrieved from <https://repositorio.unap.edu.pe/handle/20.500.14082/607>
- Maita, F., & Quispe, A.⁴ (2024). *Cinética de la degradación ruminal in situ de gramíneas de un ecosistema pajonal en las zonas altoandinas, en alpacas (Vicugna pacos)*. Huancavelica-Perú: Universidad Nacional de Huancavelica. Retrieved from <https://hdl.handle.net/20.500.14597/8740>
- McDonald, P., Edwards, R., & Greenhalgh, J. (2011). *Animal Nutrition* (Septima ed.). Associated Companies throughout the world. Retrieved from <http://www.pearsoned.co.uk/>
- ⁴⁵ Melendez, P. (2015). *Las bases para entender un análisis nutricional de alimentos y su nomenclatura*. Santiago de Chile: El Mercurio (Campo).
- ¹ Mendoza, C. (2013). *Diagnostico de los factores productivos limitantes en el desarrollo agropecuario de la comunidad de centro poblado de Ingahuasi - Pilpichaca - Huaytara - Huancavelica*. Huancavelica: Universidad Nacional de Huancavelica. Retrieved from

<https://repositorio.unh.edu.pe/items/d4455a4e-e77d-4da5-8e64-d6072382e018>

- 1 Merlo, M., Acho, N., & Achu, C. (2007). *Degradación In situ de la dieta seleccionada por llamas en la pradera nativa en diferentes meses en épocas de lluvias en el Altiplano de Bolivia*. Bolivia: Unidad Académica Campesina de Tiahuanaco - Universidad Católica Boliviana San Pablo. Retrieved from <https://scholarsarchive.byu.edu/etd/5323/>
- 1 Mertens, D. (1993). Rate and extent of digestion. Quantitative aspects of ruminant digestion and metabolism. *UK CAB International: Forbes JM, France J, editors.*, 13 -51. Retrieved from <https://www.scielo.sa.cr/scieloOrg/php/reflinks.php?refpid=S0034-7744200900040003000022&lng=en&pid=S0034-77442009000400030>
- 31 Muñoz, M. (2007). *Control genético y variación transcripcional de la embriogénesis de la microspora en cebada*. Departamento de Genética y Producción Vegetal. Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC), Zaragoza. Retrieved from https://dialnet.unirioja.es/imagen/fundacion_dialnet.png
- Navarro, L., Moral, P., Gomez, N., & Mataix, R. (2005). *Residuos orgánicos y agricultura*. España: Secretariado de Publicaciones de la Universidad de Alicante. Retrieved from https://www.researchgate.net/publication/235941169_Residuos_organicos_y_agricultura
- 41 Orskov, E. (1980). Uso de la técnica de la bolsa de nylon para la evaluación de los alimentos. *Producción Animal Tropical*, 5(3), 213-233. Retrieved from <https://www.scirp.org/reference/referencespapers?referenceid=1944273>
- 24 Orskov, E., & McDonald, L. (1979). The estimation of protein degradability in the rumen from incubation measurements weighted according to rate of passage.

The Journal of Agricultural Science, 92(2), 499-503. Retrieved from <https://www.scirp.org/reference/referencespapers?referenceid=2811966>

28 Orskov, E., Deb Hovell, D., & Mould, F. (1980). Uso de la técnica de la bolsa de nylon para la valuación de los alimentos. *Prod. Anim. Producción Animal Tropical*, 5(3), 213-233. Retrieved from <https://www.scirp.org/reference/referencespapers?referenceid=1944273>

Palacio, H. (1956). Fabricacion del alcohol. Barcelona – España. *Salvat Editores, S.A.*, 279-305. Retrieved from <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/3628225.pdf>

2 Pariona, J. (2018). *Composición química y cinética de la degradabilidad ruminal de forrajes y concentrados en bovinos en la Universidad Nacional de Huancavelica*. Huancavelica: Universidad Nacional de Huancavelica - Facultad de Ciencias de Ingeniería - Escuela Profesional de Zootecnia. Retrieved from <https://repositorio.unh.edu.pe/items/4ffc0ec1-d136-442d-9080-4d1ae847ce19>

39 Pastrana, R., Cuesta, A., & Duran, E. (1993). Valoracion nutricional del follaje de la papa (*Solanum tuberosum* L.) en alimentacion de Ovinos. *Revista ICA*, 28(4), 389-397. Retrieved from <https://agris.fao.org/search/en/providers/122610/records/64745b64542a3f9f03b4afe8>

Perlas, V. (2022). Fisiología digestivo de rumiantes III. *Práctica N° 3, Curso: Fisiología Animal II*, 1-8. Retrieved from <https://es.scribd.com/document/653537116/FISIOLOGIAA>

20 Ponce, W., & Merlo, F. (2020). Degradabilidad in situ de la dieta seleccionada por la llama (*Lama glama*). *ALFA, Revista de Investigación en Ciencias Agronómicas y Veterinarias*, 4(11), 135-156. Retrieved from <https://doi.org/10.33996/revistaalfa.v4i11.76>

Quispe, J. E. (2018). *Efectos biológicos y ambientales sobre las características de carne y fibra de alpacas del CIP Quimsachata – INIA, PUNO*. Puno: Universidad Nacional del Antiplano.

1 Razz, R., Tyrone, R., Clavero, Y., & Vergara, J. (2004). Cinética de degradación *In situ* de la *Leucaena leucocephala* y *Panicum máximum* Centro de Transferencia de Tecnología en Pastos y Forrajes. *IN IA-Estación Local El Guayabo*, 14(5), 5-9. Retrieved from <https://www.produccioncientificaluz.org/index.php/cientifica/article/view/15074>

Sabino, C. (2012). La Investigación Científica . In G. Fidias, *El Proyecto de Investigación: introducción a la metodología científica* (pp. 21 - 37). Caracas : EPEISTEME.C.A.

1 Salado, E., Comeron, M., & y Alesso, A. (2005). Cascarella de soja y afrechillo de trigo: cinética de degradabilidad ruminal de la fibra detergente neutro. *Archivos Latinoamericanos de Producción Animal*, 13(1), 161-190. Retrieved from <https://repositorio.una.edu.ni/3236/1/tnl51c823.pdf>

17 Salinas, J., Gutiérrez, J., García, R., López, R., & Duarte, A. (2011). Digestibilidad *In situ* de la materia seca de tres dietas para ovinos de engorda. *Agronomía Mesoamericana*, 22(2), 379-385. Retrieved from https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1659-13212011000200014

2 Sánchez, M. (2000). Una experiencia de forraje verde hidropónico en el Uruguay. *Boletín informativo de la Red de Hidroponía*, 7, 10-14. 55 Retrieved from <https://repositorio.umsa.bo/xmlui/bitstream/handle/123456789/4856/T-1291.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Shimada, A. (2003). *Nutrición animal 1ra edición*. Mexico: Trillas. Retrieved from https://etrillas.mx/libro/nutricion-animal_7669

- 1 Smith, L., Goering, H., Waldo, D., & y Gordon, D. (1971). In vitro digestion rates of forage cell wall components. *Journal of Dairy Science*, 54(1). Retrieved from <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0022030272856364>
- 27 Souza, N., Franzolin, R., Rodriguez, P., & Scoton, R. (2000). Effects of the increasing levels of neutral detergent fiber in the diet on the ruminal fermentation in water buffaloes and cattle. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 29(5), 1565-1577. doi:<http://dx.doi.org/10.1590/S1516-35982000000500039>
- Stryer, L., Berg, J., & Tmoczko, J. (2003). *Bioquímica* (5.^a ed. ed.). Barcelona, España: Reverté.
- 13 Torres, G., Arbaiza, T., Carcelén, F., & Lucas, O. (2009). Comparación de las técnicas in situ, in vitro y enzimática (celulasa) para estimar la digestibilidad de forrajes en ovinos. *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú*, 20(1), 5-9. Retrieved from http://www.scielo.org.pe/scielo.php?pid=S1609-91172009000100002&script=sci_abstract
- 2 Valadares, F., & Coelho Da Silva, J. L. (2010). Degradabilidad in situ de proteína bruta y materia seca de algunos alimentos en vacas gestantes e lactantes. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 20(1), 111-122. Retrieved from <https://rbz.org.br/>
- Van Soest, J., Fox, G., & Sniffen, J. (1982). *A net protein system for cattle*. USA, Itaca: Cornell University -Department of Animal Science.
- Veloso, C., Rodríguez, N., Sampaio, I., Gonçalves, L., & Mourão, G. (2000). pH ruminal y amoníaco, relación hoja:tallo y degradabilidad ruminal de fibra de forrajes tropicales. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 29(3), 871-879. Retrieved from <https://hdl.handle.net/20.500.14330/PER01000222752>
- 1 Vilca, Z. (1993). *Comportamiento alimenticio de llamas y ovinos en sistemas de pastoreo tradicional del altiplano árido de Bolivia (Turco)*. Oruro: Universidad Técnica de Oruro. Retrieved from

52

https://horizon.documentation.ird.fr/exl-doc/pleins_textes/pleins_textes_7/b_fdi_03_01/42598.pdf

Wainwright, M. (1995). *Introducción a la biotecnología de hongos*. Zaragoza, España: Acribia. Retrieved from https://www.editorialacribia.com/libro/introduccion-a-la-biotecnologia-de-los-hongos_54034/

Wallace, R. (1996). Ruminal microbial metabolism of peptides and amino acids. *Conference: Altering ruminal nitrogen metabolism to improve protein utilization*, 126(4), 1326-1334. Retrieved from [https://jn.nutrition.org/article/S0022-3166\(22\)01777-1/pdf](https://jn.nutrition.org/article/S0022-3166(22)01777-1/pdf)

1 Wilkins, R. (1969). The potential digestibility of cellulose inforage and feces. *Journal of Agricultural Science*, 73(1), 57-64. doi:10.1017/S0021859600024138

15 Zapata, A. (2026). Efectos de la paramización sobre la resiliencia ecosistémica del páramo andino en un contexto de cambio climático. *Siembra*, 13(1), 97. doi:<https://doi.org/10.29166/siembra.v13i1.9707>

ANEXOS

MATRIZ DE CONSISTENCIA

TÍTULO: DEGRADABILIDAD RUMINAL *In situ* DEL ENSILADO DE CEBADA CON NIVELES DE FOLLAJE DE PAPA Y AFRECHO DE TRIGO EN ALPACAS.

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	METODOLOGÍA
¿Cuál es la degradabilidad ruminal <i>in situ</i> del ensilado de cebada con niveles de follaje de papa y afrecho de trigo en alpacas?	<p>Objetivo general Determinar la degradabilidad ruminal <i>in situ</i> del ensilado de cebada con niveles de follaje de papa y afrecho de trigo en alpacas.</p> <p>Objetivos específicos Determinar la degradabilidad potencial y efectiva de MS del ensilado de cebada con niveles de follaje de papa y afrecho de trigo en alpacas. Determinar la degradabilidad potencial y efectiva de PC del ensilado de cebada con niveles de follaje de papa y afrecho de trigo en alpacas.</p>	<p>Hipótesis general La degradabilidad ruminal <i>in situ</i> del ensilado de cebada difieren entre los niveles de follaje de papa y afrecho de trigo en alpacas.</p> <p>Hipótesis específica La degradabilidad potencial y efectiva de MS del ensilado de cebada, difieren entre los niveles de follaje de papa y afrecho de trigo en alpacas. La degradabilidad potencial y específica de la PC del ensilado de cebada, difieren entre los niveles de follaje de papa y afrecho de trigo en alpacas.</p>	Variable dependiente Degradabilidad ruminal	Degradabilidad potencial	Materia seca (%).	<p>Tipo: aplicativo Nivel: Experimental Método: Científico Diseño: parcela sub dividida en el diseño experimental de bloques al azar. Población: 200 kg Muestra: 500g de ensilado Muestreo: no probabilístico Técnica: observación Instrumentos: Registro de datos de ensilado. Registro datos de residuos de cosechas. Registros de datos de residuos agroindustriales.</p>
			Degradabilidad efectiva	Proteína cruda (%).		
			Variable independiente Niveles	Niveles del ensilado de cebada: 100%, 90%, 80% y 70 %.	Porcentaje (%)	
Niveles del follaje de papa: 0%, 5%, 10% y 15%.	Porcentaje (%)					
				Niveles del afrecho de trigo: 0%, 5%, 10% y 15%.	Porcentaje (%)	

Tabla 12

ANOVA del parámetro cinético de la materia seca (MS) en termino de fracción soluble (a) del ensilado de cebada con niveles de follaje de papa y afrecho de trigo.

FV	GL	SC	CM	F	Pr > F
Regresión	3	49.62	3.31	71.31	<.0001
Error	32	1.48455200	0.04639225		
Total	47	51.10609967			

Tabla 13

ANOVA del parámetro cinético de la materia seca (MS) en termino de fracción potencialmente degradable (b) del ensilado de cebada con niveles de follaje de papa y afrecho de trigo.

FV	GL	SC	CM	F	Pr > F
Regresión	3	664.7843130	44.3189542	38.47	<.0001
Error	32	36.8652960	1.1520405		
Total	47	701.6496090			

Tabla 14

ANOVA del parámetro cinético de la materia seca (MS) en término de indegradabilidad (i) del ensilado de cebada con niveles de follaje de papa y afrecho de trigo.

FV	GL	SC	CM	F	Pr > F
Regresión	3	361.1199770	24.0746651	22.25	<.0001
Error	32	34.6262800	1.0820713		
Total	47	395.7462570			

Tabla 15

ANOVA del parámetro cinético de la materia seca (MS) en término de degradabilidad potencial (DP) del ensilado de cebada con niveles de follaje de papa y afrecho de trigo.

FV	GL	SC	CM	F	Pr > F
Regresión	3	2593.868989	172.924599	1.05	0.4353
Error	32	5270.693071	164.709158		
Total	47	7864.562060			

Tabla 16

ANOVA del parámetro cinético de la materia seca (MS) en termino tasa de degradación (c) del ensilado de cebada con niveles de follaje de papa y afrecho de trigo.

FV	GL	SC	CM	F	Pr > F
Regresión	3	0.00042233	0.00002816	24.13	<.0001
Error	32	0.00003733	0.00000117		
Total	47	0.00045967			

Tabla 17

ANOVA del parámetro cinético de la materia seca (MS) en termino degradabilidad efectiva en la tasa de pasaje de 2% (DE-2%/h) del ensilado de cebada con niveles de follaje de papa y afrecho de trigo.

FV	GL	SC	CM	F	Pr > F
Regresión	3	226.3387387	15.0892492	53.97	<.0001
Error	32	8.9467920	0.2795872		
Total	47	235.2855307			

Tabla 18

ANOVA del parámetro cinético de la materia seca (MS) en termino degradabilidad efectiva en la tasa de pasaje de 5% (DE-5%/h) del ensilado de cebada con niveles de follaje de papa y afrecho de trigo.

FV	GL	SC	CM	F	Pr > F
Regresión	3	221.7743547	14.7849570	82.05	<.0001
Error	32	5.7659760	0.1801867		
Total	47	227.5403307			

Tabla 19

ANOVA del parámetro cinético de la materia seca (MS) en termino degradabilidad efectiva en la tasa de pasaje de 8% (DE-8%/h) del ensilado de cebada con niveles de follaje de papa y afrecho de trigo.

FV	GL	SC	CM	F	Pr > F
Regresión	3	166.1757720	11.0783848	93.82	<.0001
Error	32	3.7787947	0.1180873		
Total	47	169.9545667			

Tabla 20

ANOVA del parámetro cinético de la proteína cruda (PC) en termino de fracción soluble (a) del ensilado de cebada con niveles de follaje de papa y afrecho de trigo.

FV	GL	SC	CM	F	Pr > F
Regresión	3	4.61273733	0.30751582	118.62	<.0001
Error	32	0.08295733	0.00259242		
Total	47	4.69569467			

Tabla 21

ANOVA del parámetro cinético de la proteína cruda (PC) en termino de fracción potencialmente degradable (b) del ensilado de cebada con niveles de follaje de papa y afrecho de trigo

FV	GL	SC	CM	F	Pr > F
Regresión	3	1.55070500	0.10338033	0.36	0.9798
Error	32	9.11930667	0.28497833		
Total	47	10.67001167			

Tabla 22

ANOVA del parámetro cinético de la proteína cruda (PC) en término de indegradabilidad (i) del ensilado de cebada con niveles de follaje de papa y afrecho de trigo.

FV	GL	SC	CM	F	Pr > F
Regresión	3	11.02531467	0.73502098	2.48	0.0153
Error	32	9.49739200	0.29679350		
Total	47	20.52270667			

Tabla 23

ANOVA del parámetro cinético de la proteína cruda (PC) en termino degradabilidad potencial (DP) del ensilado de cebada con niveles de follaje de papa y afrecho de trigo.

FV	GL	SC	CM	F	Pr > F
Regresión	3	11.02531467	0.73502098	2.48	0.0153
Error	32	9.49739200	0.29679350		
Total	47	20.52270667			

Tabla 24

ANOVA del parámetro cinético de la proteína cruda (PC) en termino tasa de degradación (c) del ensilado de cebada con niveles de follaje de papa y afrecho de trigo.

FV	GL	SC	CM	F	Pr > F
Regresión	3	0.00009867	0.00000658	26.31	<.0001
Error	32	0.00000800	0.00000025		
Total	47	0.00010667			

Tabla 25

ANOVA del parámetro cinético de la proteína cruda (PC) en termino degradabilidad efectiva en la tasa de pasaje de 2% (DE-2%/h) del ensilado de cebada con niveles de follaje de papa y afrecho de trigo.

FV	GL	SC	CM	F	Pr > F
Regresión	3	6.76828367	0.45121891	5.57	<.0001
Error	32	2.59280800	0.08102525		
Total	47	9.36109167			

Tabla 26

ANOVA del parámetro cinético de la proteína cruda (PC) en termino degradabilidad efectiva en la tasa de pasaje de 5% (DE-5%/h) del ensilado de cebada con niveles de follaje de papa y afrecho de trigo.

FV	GL	SC	CM	F	Pr > F
Regresión	3	8.34571867	0.55638124	7.55	<.0001
Error	32	2.35678400	0.07364950		
Total	47	10.70250267			

Tabla 27

ANOVA del parámetro cinético de la proteína cruda (PC) en termino degradabilidad efectiva en la tasa de pasaje de 8% (DE-8%/h) del ensilado de cebada con niveles de follaje de papa y afrecho de trigo.

FV	GL	SC	CM	F	Pr > F
Regresión	3	4.46666233	0.29777749	6.26	<.0001
Error	32	1.52100267	0.04753133		
Total	47	5.98766500			

Instrumentos de recolección de datos

Imagen 1: Cuaderno de registro.

DEGRADABILIDAD <i>in situ</i> EN ALPACAS (Vicugna pacos) DEL ENSILADO DE CEBADA (<i>Hordeum vulgare</i>) CON NIVELES DE FOLLAJE DE PAPA (<i>Solanum tuberosum</i>) Y AFRECHO DE TRIGO									
Nº	MUESTRA	Nº DE ARETE DE ALPACA	CÓDIGO DE BOLSA	REPETE CION	TIEMPO DE INCUBACIÓN	PESO DE MUESTRA		PESO FINAL (PB+PM) (g)	PESO DE MUESTRA SECA
						BOLSA	BOLSA		
01	T1: ENSILADO DE CEBADA 100%	21.022	I	R1	0h	2.503	0.9599	3.1910	3.2858
02			II	R2	0h	2.503	0.9741	3.1160	3.2991
03			VII	R1	12h	2.500	0.7692	2.7330	3.1024
04			VIII	R2	12h	2.502	0.8212	2.8702	3.1598
05			XIII	R1	48h	2.501	0.7387	1.8839	3.1167
06			XIV	R2	48h	2.501	0.9439	1.9913	3.2720
07			XIX	R1	72h	2.502	0.7883	1.8192	3.1345
08			XX	R2	72h	2.500	0.8275	1.7956	3.1702
09			TJ: ENSILADO DE CEBADA 100%	21.207	III	R1	0h	2.501	0.7523
10	IV	R2			0h	2.503	0.9728	3.1650	3.3127
11	IX	R1			12h	2.502	0.7306	2.8403	3.2737
12	X	R2			12h	2.500	0.8282	2.9602	3.1735
13	XV	R1			48h	2.502	0.7895	2.0551	3.3210
14	XVI	R2			48h	2.501	0.7876	1.9046	3.1284
15	XXI	R1			72h	2.501	0.8102	1.8050	3.1366
16	XXII	R2			72h	2.503	0.8255	1.8014	3.1543
17	TI: ENSILADO DE CEBADA 100%	S/A			V	R1	0h	2.500	0.9410
18			VI	R2	0h	2.502	0.8229	3.1669	3.2569
19			XI	R1	12h	2.504	0.8398	2.8640	3.1840
20			XII	R2	12h	2.502	0.7847	2.7620	3.1241
21			XVII	R1	48h	2.503	0.8055	1.8900	3.1478
22			XVIII	R2	48h	2.501	0.8189	1.8800	3.1665
23			XXIII	R1	72h	2.501	0.7240	1.7100	3.0490
24			XXIV	R2	72h	2.502	0.7844	1.8300	3.2656
25			T2: ENSILADO DE CEBADA + 10% FOLLAJE DE PAPA Y AFRECHO T.	21.022	XXV	R1	0h	2.501	1.0183
26	XXVI	R2			0h	2.501	0.8377	2.9990	3.1411
27	XXXI	R1			12h	2.502	0.8199	2.7499	3.1467
28	XXXII	R2			12h	2.500	0.8097	2.7154	3.1334
29	XXXVII	R1			48h	2.500	0.8240	1.9100	3.1477
30	XXXVIII	R2			48h	2.503	0.9557	2.0410	3.2813
31	XLIII	R1			72h	2.504	0.8180	1.7300	3.1457
32	XLIV	R2			72h	2.501	0.9390	1.9200	3.2674
33	T2: ENSILADO DE CEBADA + 10% FOLLAJE + AFRECHO T.	21.207			XXVII	R1	0h	2.501	0.8397
34			XXVIII	R2	0h	2.502	0.9663	3.1339	3.2688
35			XXXIII	R1	12h	2.502	0.7822	2.6977	3.1099
36			XXXIV	R2	12h	2.501	0.8016	2.7310	3.1265
37			XXXIX	R1	48h	2.500	0.7273	1.6013	3.0534
38			XL	R2	48h	2.502	0.9430	2.0064	3.2800

Imagen 2: Base de datos del análisis de proteína cruda.

0%	LXVIII-R2-T72-21.022, VIOLETA Y PAZ, 0.0476, METODO LECO 2017, 3.11, 6.250, 19.46	0.0476	6.25
10%	LXIX-R1-T72-21.207, VIOLETA Y PAZ, 0.0489, METODO LECO 2017, 3.15, 6.250, 19.70	0.0489	6.25
30%	LXX-R2-T72-21.207, VIOLETA Y PAZ, 0.0488, METODO LECO 2017, 3.28, 6.250, 20.52	0.0488	6.25
80%	LXXI-R1-T72-S/A, VIOLETA Y PAZ, 0.0467, METODO LECO 2017, 3.05, 6.250, 19.05	0.0467	6.25
80%	LXXII-R2-T72-S/A, VIOLETA Y PAZ, 0.0488, METODO LECO 2017, 2.92, 6.250, 18.26	0.0488	6.25
70%	LXXIII-R1-T0-21.022, VIOLETA Y PAZ, 0.0492, METODO LECO 2017, 2.42, 6.250, 15.15	0.0492	6.25
70%	LXXIV-R2-T0-21.022, VIOLETA Y PAZ, 0.0477, METODO LECO 2017, 2.38, 6.250, 14.86	0.0477	6.25
70%	LXXV-R1-T0-21.207, VIOLETA Y PAZ, 0.0497, METODO LECO 2017, 2.24, 6.250, 13.97	0.0497	6.25
70%	LXXVI-R2-T0-21.207, VIOLETA Y PAZ, 0.0477, METODO LECO 2017, 2.34, 6.250, 14.65	0.0477	6.25
70%	LXXVII-R1-T0-S/A, VIOLETA Y PAZ, 0.0481, METODO LECO 2017, 2.39, 6.250, 14.96	0.0481	6.25
70%	LXXVIII-R2-T0-S/A, VIOLETA Y PAZ, 0.0474, METODO LECO 2017, 2.35, 6.250, 14.71	0.0474	6.25
70%	LXXIX-R1-T12-21.022, VIOLETA Y PAZ, 0.0492, METODO LECO 2017, 2.74, 6.250, 17.13	0.0492	6.25
70%	LXXX-R2-T12-21.022, VIOLETA Y PAZ, 0.0480, METODO LECO 2017, 2.82, 6.250, 17.65	0.0480	6.25
70%	LXXXI-R1-T12-21.207, VIOLETA Y PAZ, 0.0485, METODO LECO 2017, 2.53, 6.250, 15.81	0.0485	6.25
70%	LXXXII-R2-T12-21.207, VIOLETA Y PAZ, 0.0464, METODO LECO 2017, 2.94, 6.250, 18.14	0.0464	6.25
70%	LXXXIII-R1-T12-S/A, VIOLETA Y PAZ, 0.0460, METODO LECO 2017, 2.74, 6.250, 17.14	0.0460	6.25
70%	LXXXIV-R2-T12-S/A, VIOLETA Y PAZ, 0.0488, METODO LECO 2017, 2.87, 6.250, 17.93	0.0488	6.25
70%	LXXXV-R1-T48-21.022, VIOLETA Y PAZ, 0.0465, METODO LECO 2017, 2.60, 6.250, 16.24	0.0465	6.25
70%	LXXXVI-R2-T48-21.022, VIOLETA Y PAZ, 0.0488, METODO LECO 2017, 2.76, 6.250, 17.25	0.0488	6.25
70%	LXXXVII-R1-T48-21.207, VIOLETA Y PAZ, 0.0454, METODO LECO 2017, 3.13, 6.250, 19.58	0.0454	6.25
70%	LXXXVIII-R2-T48-21.207, VIOLETA Y PAZ, 0.0459, METODO LECO 2017, 3.06, 6.250, 19.15	0.0459	6.25

Imagen 3: Datos de los parámetros cinéticos de la materia seca.

TIEMPO	TRAT	REPET	DEG	A	B	i	DP	C	DE_2	DE_5	DE_8
1	1	1	5.976	3.310	72.030	24.660	75.340	0.022	40.898	25.199	18.750
1	1	2	5.400	3.018	74.061	22.921	77.079	0.021	40.539	24.282	18.024
1	1	3	5.526	3.093	74.369	22.538	77.462	0.020	40.607	24.152	17.922
1	2	1	5.679	5.934	62.708	31.358	68.642	0.025	40.669	26.744	20.789
1	2	2	5.887	6.402	63.111	30.488	69.512	0.027	42.557	27.831	21.682
1	2	3	5.467	5.711	63.841	30.448	69.552	0.026	41.581	27.195	21.158
1	3	1	5.105	4.396	67.165	28.438	71.562	0.027	42.885	27.859	21.271
1	3	2	5.259	4.636	67.516	27.847	5.259	0.025	42.351	27.327	20.863
1	3	3	5.136	4.594	70.086	25.320	74.680	0.024	43.146	27.611	21.001
1	4	1	5.183	4.620	70.239	25.141	74.859	0.030	46.585	30.786	23.629
1	4	2	5.061	4.432	70.548	25.020	74.980	0.029	46.330	30.469	23.319
1	4	3	5.386	4.723	69.857	25.420	74.580	0.029	46.284	30.577	23.486
2	1	1	14.749	3.310	72.030	24.660	75.340	0.022	40.898	25.199	18.750
2	1	2	14.640	3.018	74.061	22.921	77.079	0.021	40.539	24.282	18.024
2	1	3	14.565	3.093	74.369	22.538	77.462	0.020	40.607	24.152	17.922
2	2	1	22.604	5.934	62.708	31.358	68.642	0.025	40.669	26.744	20.789
2	2	2	24.818	6.402	63.111	30.488	69.512	0.027	42.557	27.831	21.682
2	2	3	23.112	5.711	63.841	30.448	69.552	0.026	41.581	27.195	21.158
2	3	1	21.453	4.396	67.165	28.438	71.562	0.027	42.885	27.859	21.271
2	3	2	21.075	4.636	67.516	27.847	21.075	0.025	42.351	27.327	20.863
2	3	3	21.340	4.594	70.086	25.320	74.680	0.024	43.146	27.611	21.001
2	4	1	24.493	4.620	70.239	25.141	74.859	0.030	46.585	30.786	23.629
2	4	2	24.006	4.432	70.548	25.020	74.980	0.029	46.330	30.469	23.319
2	4	3	24.049	4.723	69.857	25.420	74.580	0.029	46.284	30.577	23.486
3	1	1	55.578	3.310	72.030	24.660	75.340	0.022	40.898	25.199	18.750
3	1	2	54.146	3.018	74.061	22.921	77.079	0.021	40.539	24.282	18.024
3	1	3	54.248	3.093	74.369	22.538	77.462	0.020	40.607	24.152	17.922
3	2	1	49.018	5.934	62.708	31.358	68.642	0.025	40.669	26.744	20.789
3	2	2	50.834	6.402	63.111	30.488	69.512	0.027	42.557	27.831	21.682
3	2	3	50.339	5.711	63.841	30.448	69.552	0.026	41.581	27.195	21.158
3	3	1	54.790	4.396	67.165	28.438	71.562	0.027	42.885	27.859	21.271
3	3	2	53.570	4.636	67.516	27.847	53.570	0.025	42.351	27.327	20.863
3	3	3	54.233	4.594	70.086	25.320	74.680	0.024	43.146	27.611	21.001
3	4	1	59.496	4.620	70.239	25.141	74.859	0.030	46.585	30.786	23.629

Imagen 4: Datos de los parámetros cinéticos de la proteína cruda.

TIEMPO	TRAT	REPET	DEG	A	B	I	DP	C	DE_2	DE_5	DE_8
1	1	1	14.152	12.673	64.392	22.935	77.065	0.027	49.886	35.460	29.094
2	1	1	27.690	12.673	64.392	22.935	77.065	0.027	49.886	35.460	29.094
3	1	1	63.476	12.673	64.392	22.935	77.065	0.027	49.886	35.460	29.094
4	1	1	65.931	12.673	64.392	22.935	77.065	0.027	49.886	35.460	29.094
1	2	1	12.723	12.173	64.808	23.019	76.981	0.028	50.073	35.528	29.050
2	2	1	29.631	12.173	64.808	23.019	76.981	0.028	50.073	35.528	29.050
3	2	1	61.634	12.173	64.808	23.019	76.981	0.028	50.073	35.528	29.050
4	2	1	67.618	12.173	64.808	23.019	76.981	0.028	50.073	35.528	29.050
1	3	1	12.611	12.267	64.348	23.385	76.615	0.029	50.474	36.008	29.487
2	3	1	30.589	12.267	64.348	23.385	76.615	0.029	50.474	36.008	29.487
3	3	1	61.720	12.267	64.348	23.385	76.615	0.029	50.474	36.008	29.487
4	3	1	68.221	12.267	64.348	23.385	76.615	0.029	50.474	36.008	29.487
1	4	1	12.223	11.788	64.181	24.032	75.968	0.031	50.713	36.265	29.639
2	4	1	30.712	11.788	64.181	24.032	75.968	0.031	50.713	36.265	29.639
3	4	1	62.588	11.788	64.181	24.032	75.968	0.031	50.713	36.265	29.639
4	4	1	68.243	11.788	64.181	24.032	75.968	0.031	50.713	36.265	29.639
1	1	2	14.199	12.711	65.158	22.131	77.869	0.026	49.452	34.623	28.403
2	1	2	27.100	12.711	65.158	22.131	77.869	0.026	49.452	34.623	28.403
3	1	2	62.574	12.711	65.158	22.131	77.869	0.026	49.452	34.623	28.403
4	1	2	65.712	12.711	65.158	22.131	77.869	0.026	49.452	34.623	28.403
1	2	2	12.794	12.250	64.505	23.246	76.754	0.028	50.039	35.592	29.104
2	2	2	29.696	12.250	64.505	23.246	76.754	0.028	50.039	35.592	29.104
3	2	2	61.576	12.250	64.505	23.246	76.754	0.028	50.039	35.592	29.104
4	2	2	67.507	12.250	64.505	23.246	76.754	0.028	50.039	35.592	29.104
1	3	2	12.602	12.220	65.542	22.238	77.762	0.029	50.812	36.089	29.498
2	3	2	30.492	12.220	65.542	22.238	77.762	0.029	50.812	36.089	29.498
3	3	2	62.188	12.220	65.542	22.238	77.762	0.029	50.812	36.089	29.498
4	3	2	68.830	12.220	65.542	22.238	77.762	0.029	50.812	36.089	29.498
1	4	2	12.227	11.909	64.179	23.912	76.088	0.030	50.531	36.089	29.508
2	4	2	30.766	11.909	64.179	23.912	76.088	0.030	50.531	36.089	29.508
3	4	2	61.927	11.909	64.179	23.912	76.088	0.030	50.531	36.089	29.508
4	4	2	68.273	11.909	64.179	23.912	76.088	0.030	50.531	36.089	29.508

Figura 1

Porcentaje de degradabilidad de materia seca incubados a 0 horas, en diferentes niveles de follaje de papa y afrecho de trigo (FP-AT).

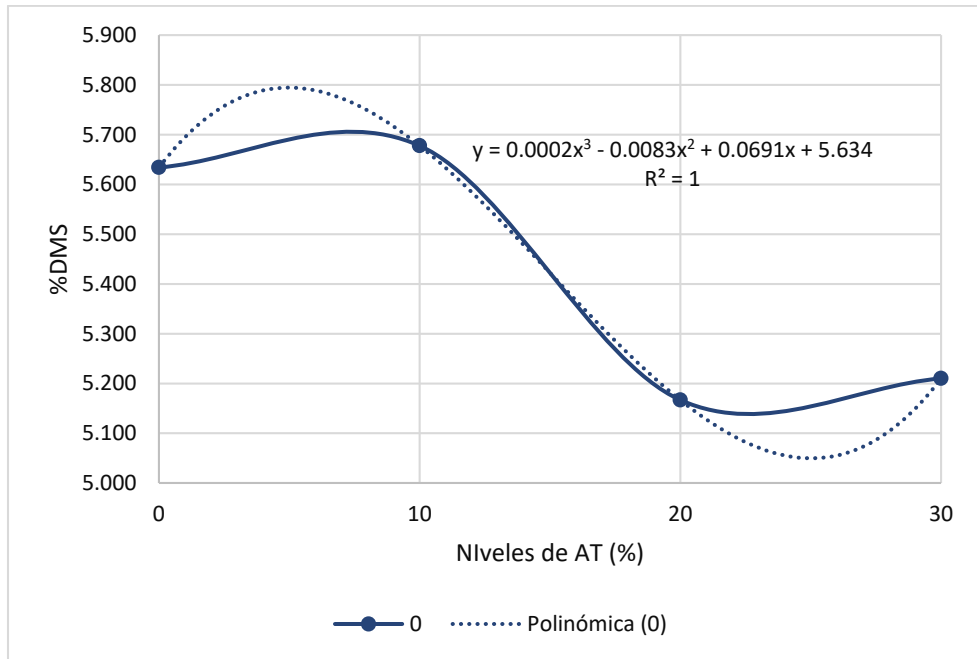


Figura 2

Porcentaje de degradabilidad de materia seca incubados a 12 horas, en diferentes niveles de follaje de papa y afrecho de trigo (FP-AT).

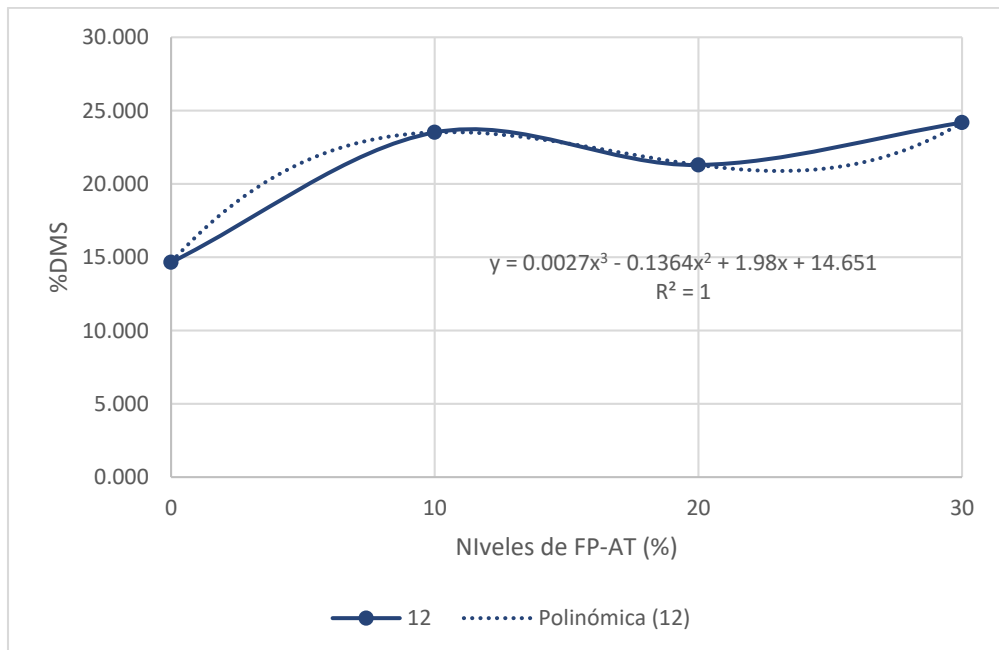


Figura 3

Porcentaje de degradabilidad de materia seca incubados a 48 horas, en diferentes niveles de follaje de papa y afrecho de trigo (FP-AT).

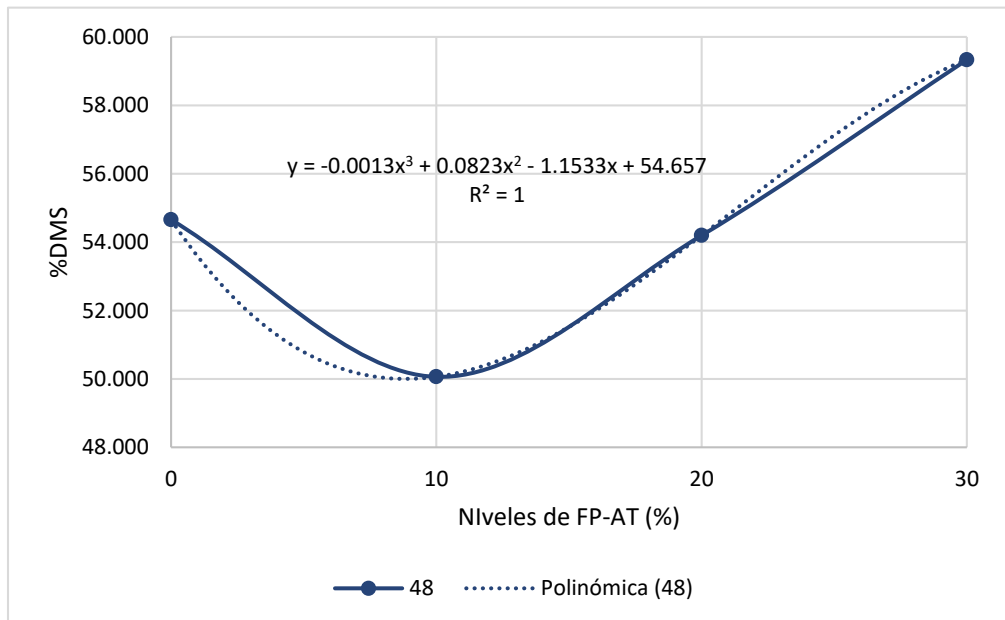


Figura 4

Porcentaje de degradabilidad de materia seca incubados a 72 horas, en diferentes niveles de follaje de papa y afrecho de trigo (FP-AT).

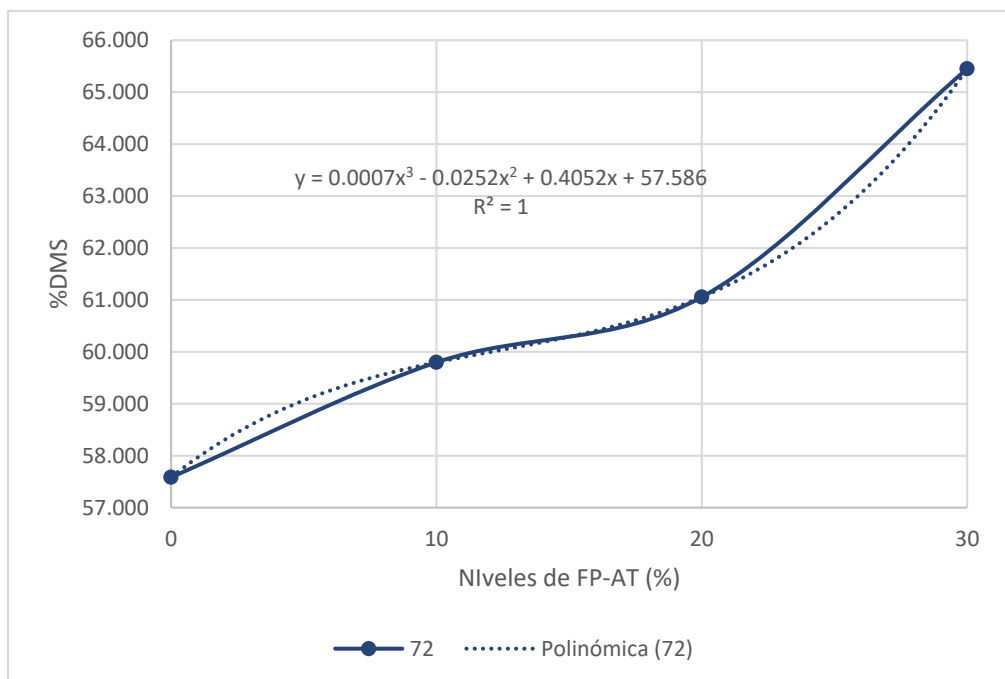


Figura 5

Porcentaje de degradabilidad de proteína cruda incubados a 0 horas, en diferentes niveles de follaje de papa y afrecho de trigo (FP-AT).

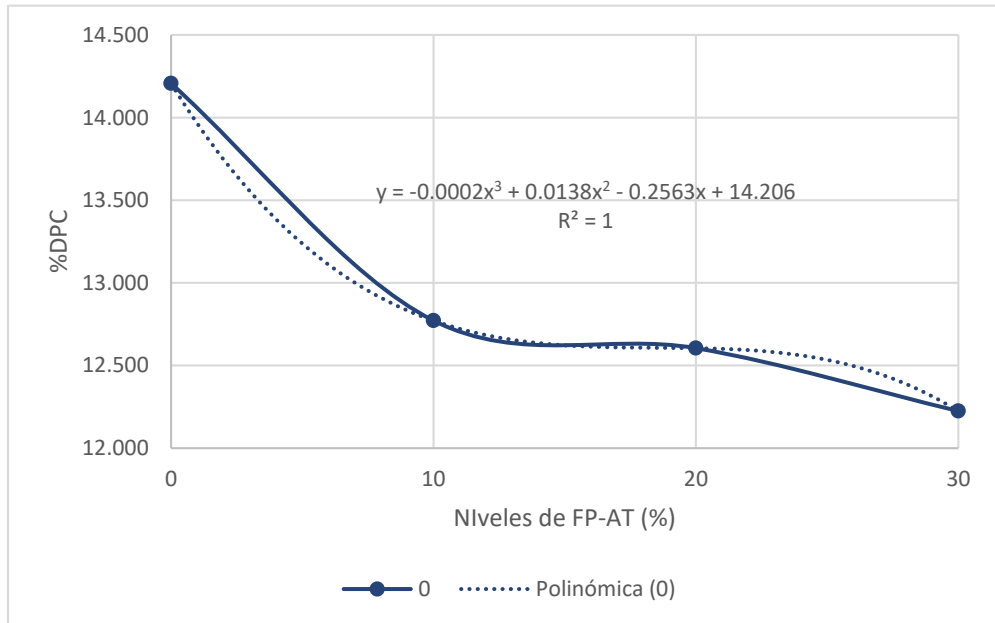


Figura 6

Porcentaje de degradabilidad de proteína cruda incubados a 12 horas, en diferentes niveles de follaje de papa y afrecho de trigo (FP-AT).

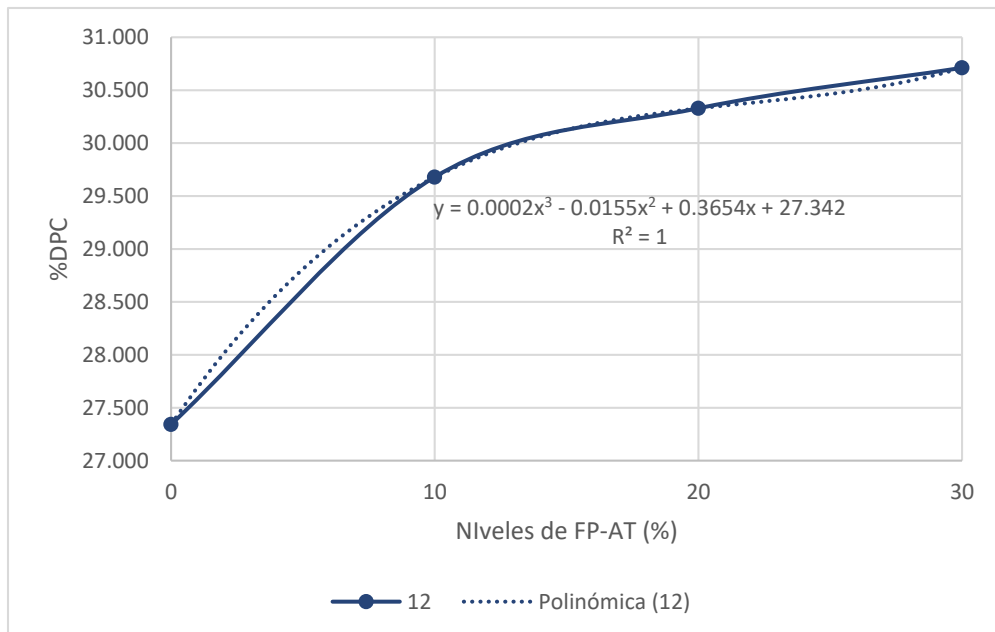


Figura 7

Porcentaje de degradabilidad de proteína cruda incubados a 48 horas, en diferentes niveles de follaje de papa y afrecho de trigo (FP-AT).

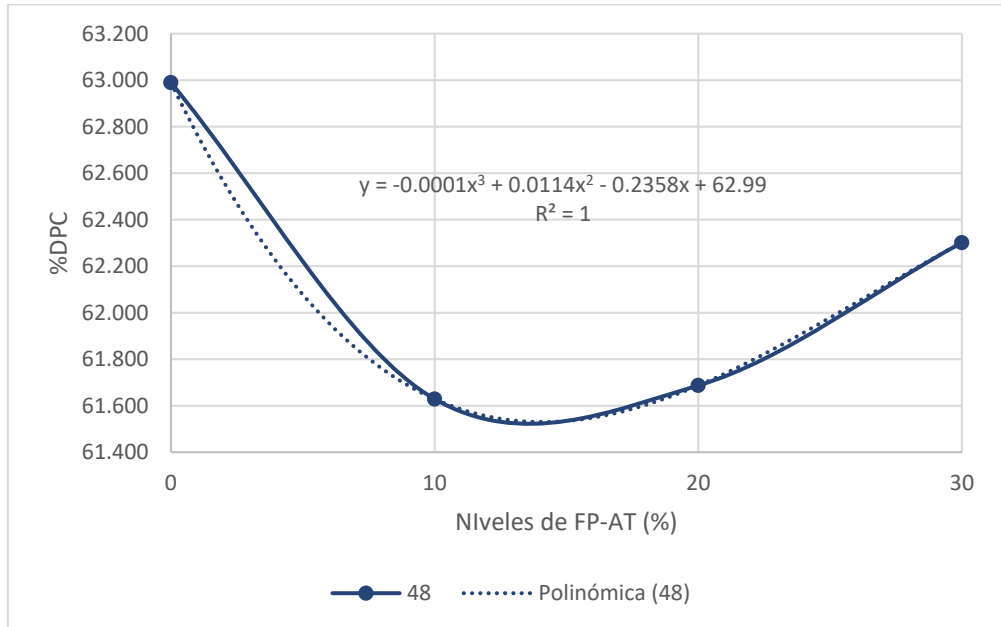


Figura 8

Porcentaje de degradabilidad de proteína cruda incubados a 72 horas, en diferentes niveles de follaje de papa y afrecho de trigo (FP-AT).

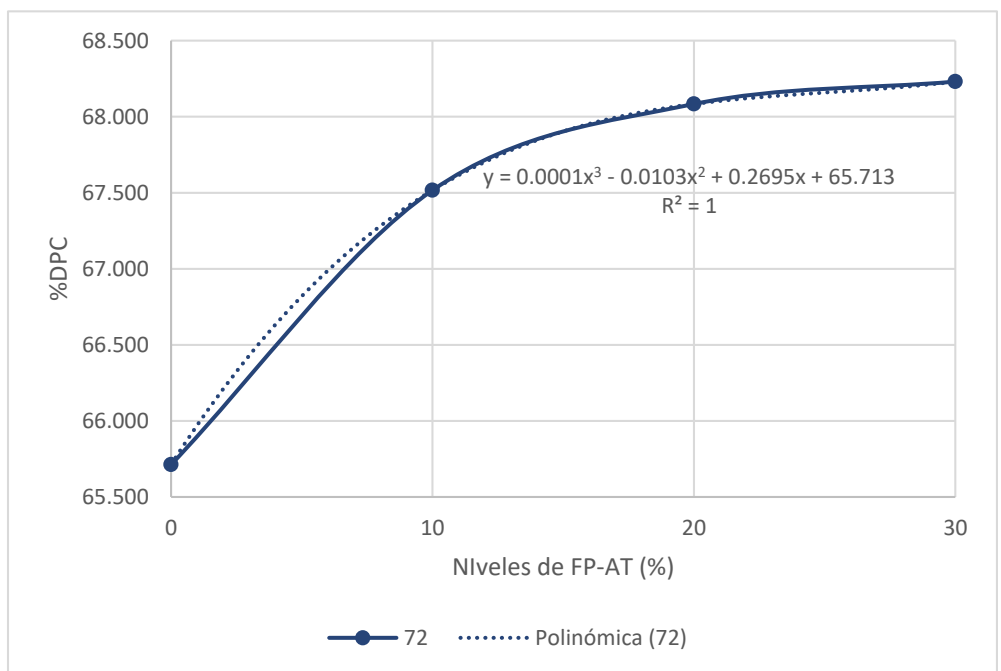


Figura 9

Porcentaje de degradabilidad de materia seca con respecto al 0 % de nivel, en los diferentes tiempos de incubación.

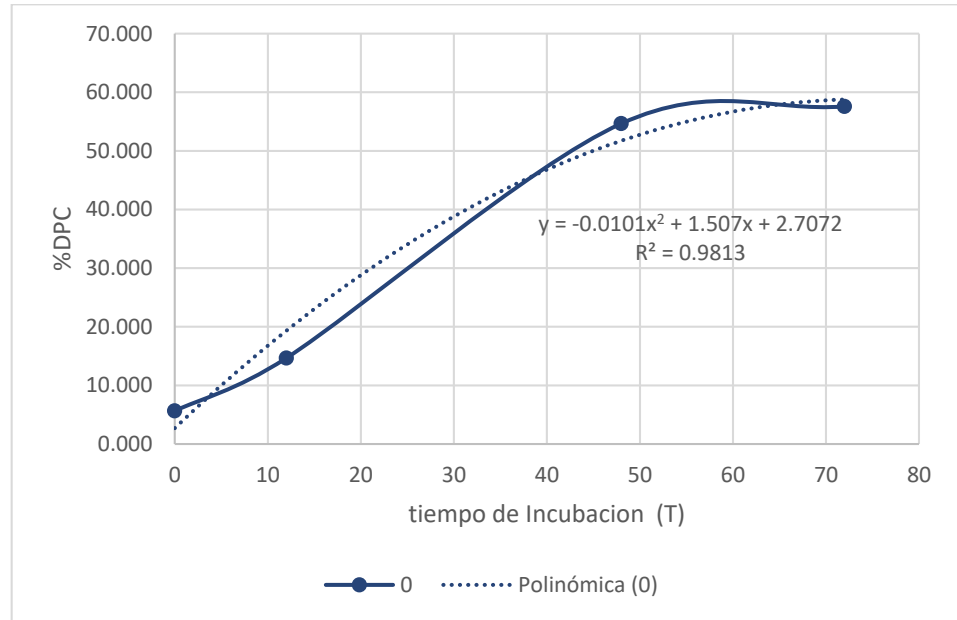


Figura 10

Porcentaje de degradabilidad de materia seca con respecto al 10 % de nivel, en los diferentes tiempos de incubación.

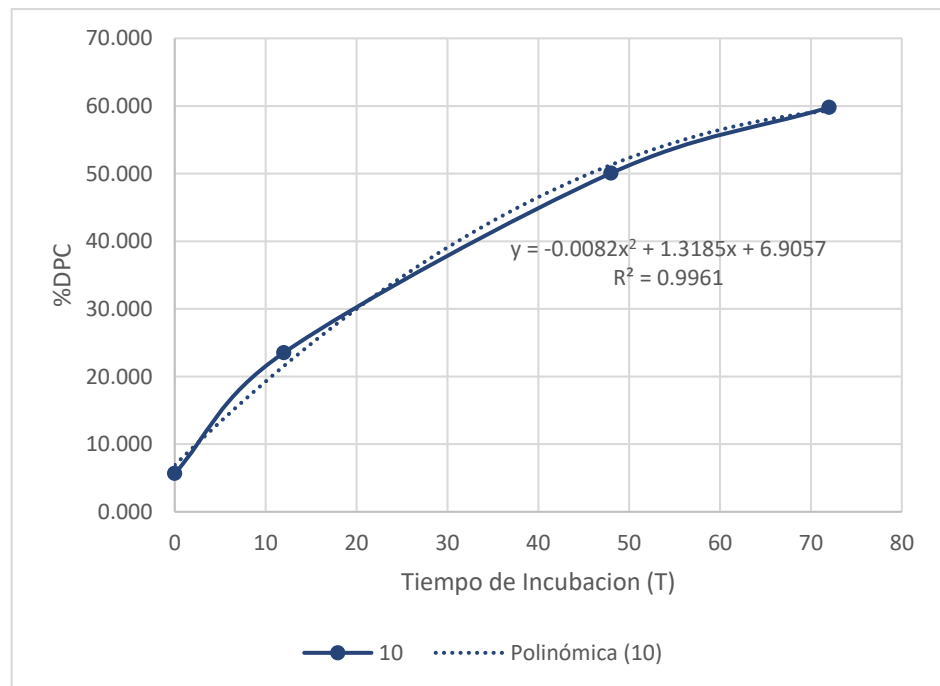


Figura 11

Porcentaje de degradabilidad de materia seca con respecto al 20 % de nivel, en los diferentes tiempos de incubación.

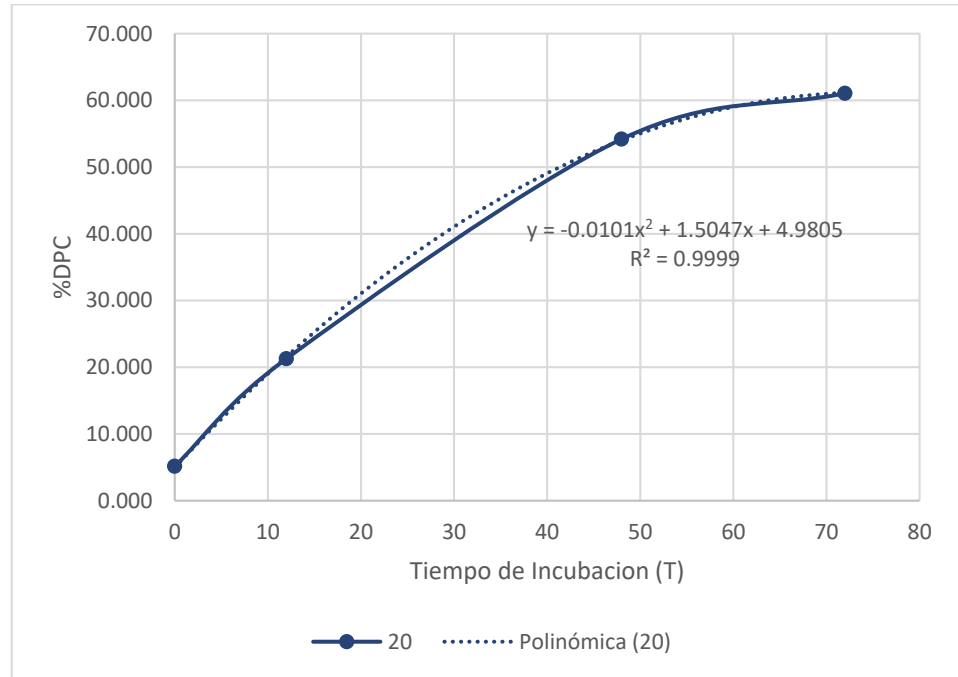


Figura 12

Porcentaje de degradabilidad de materia seca con respecto al 30 % de nivel, en los diferentes tiempos de incubación.

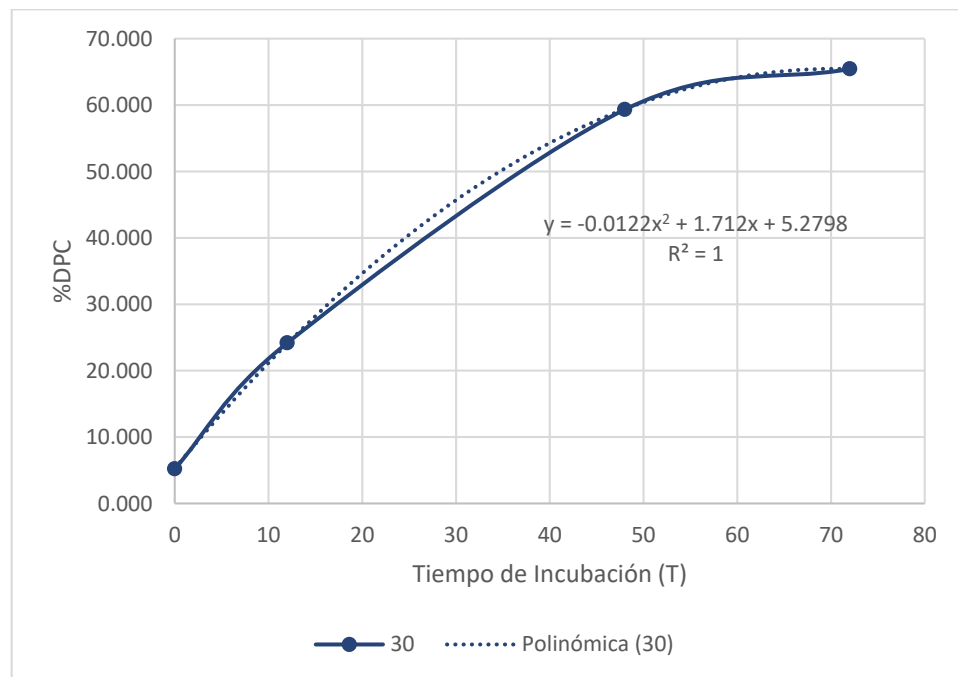


Figura 13

Porcentaje de degradabilidad de proteína cruda con respecto al 0 % de nivel, en los diferentes tiempos de incubación.

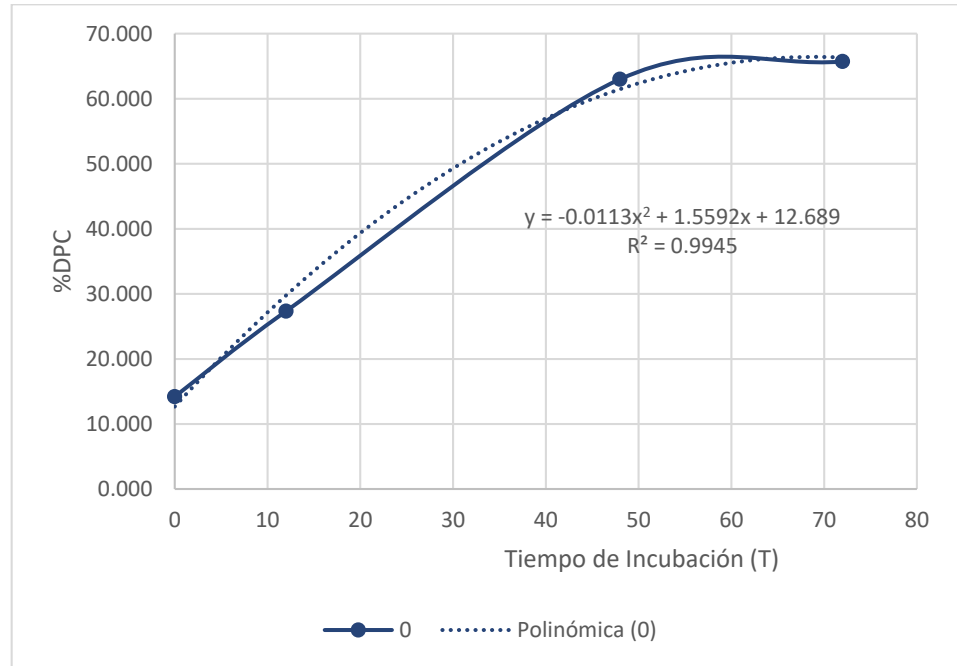


Figura 14

Porcentaje de degradabilidad de proteína cruda con respecto al 10 % de nivel, en los diferentes tiempos de incubación.

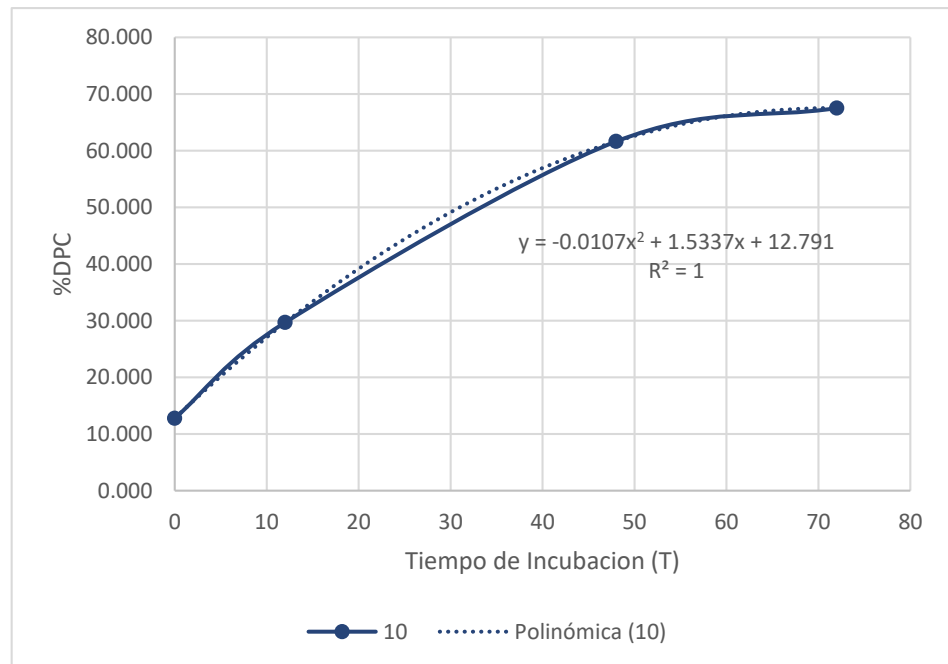


Figura 15

Porcentaje de degradabilidad de proteína cruda con respecto al 20 % de nivel, en los diferentes tiempos de incubación.

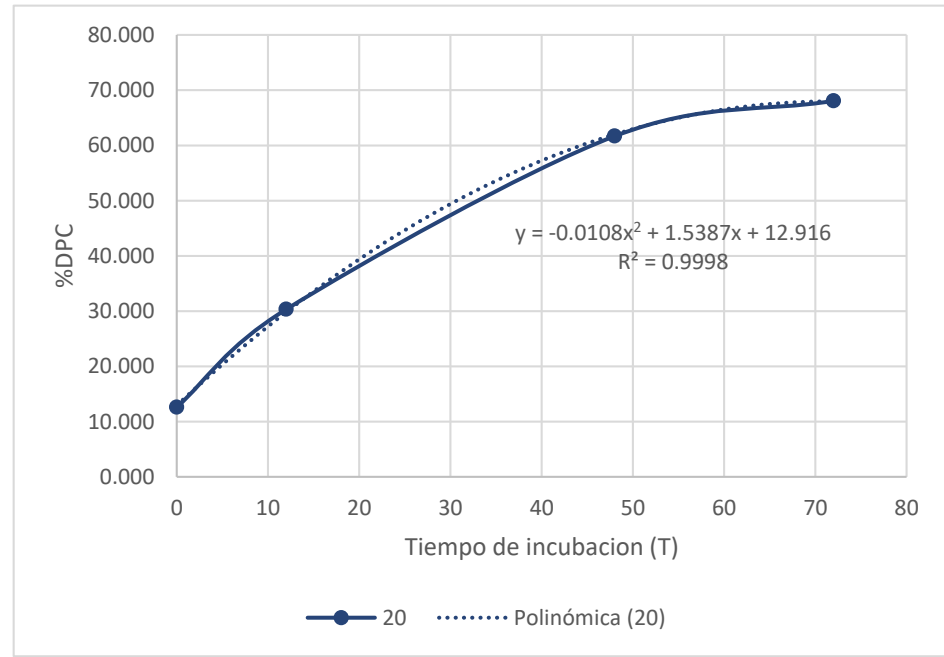


Figura 16

Porcentaje de degradabilidad de proteína cruda con respecto al 30 % de nivel, en los diferentes tiempos de incubación.

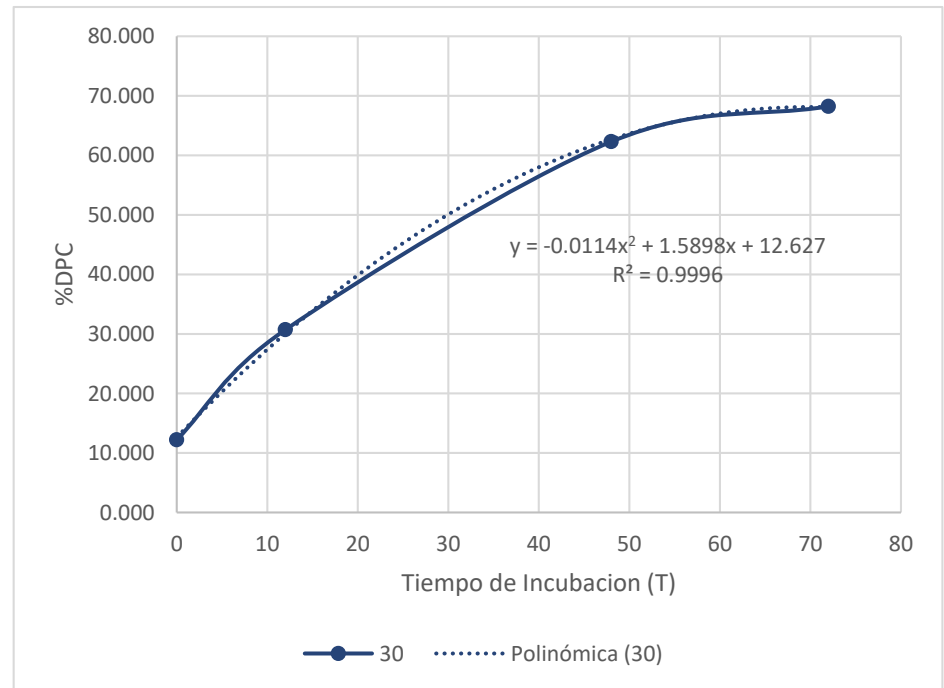


Figura 17

Porcentaje de degradabilidad de materia seca con respecto a la media del parametro a, en los diferentes niveles de FP-AT.

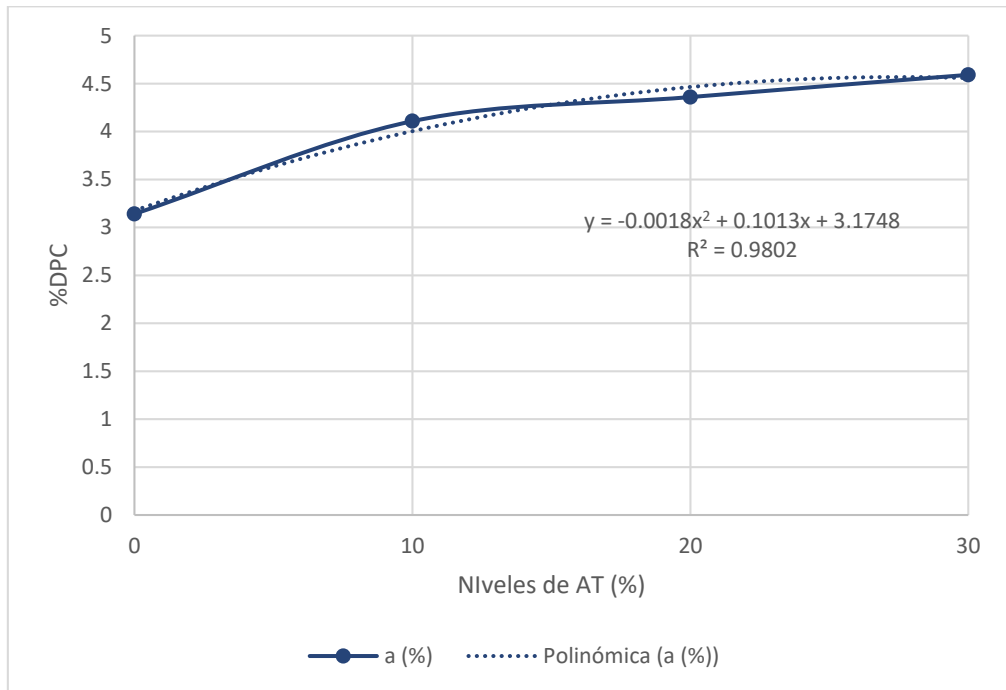


Figura 18

Porcentaje de degradabilidad de materia seca con respecto a la media del parametro b, en los diferentes niveles de FP-AT.

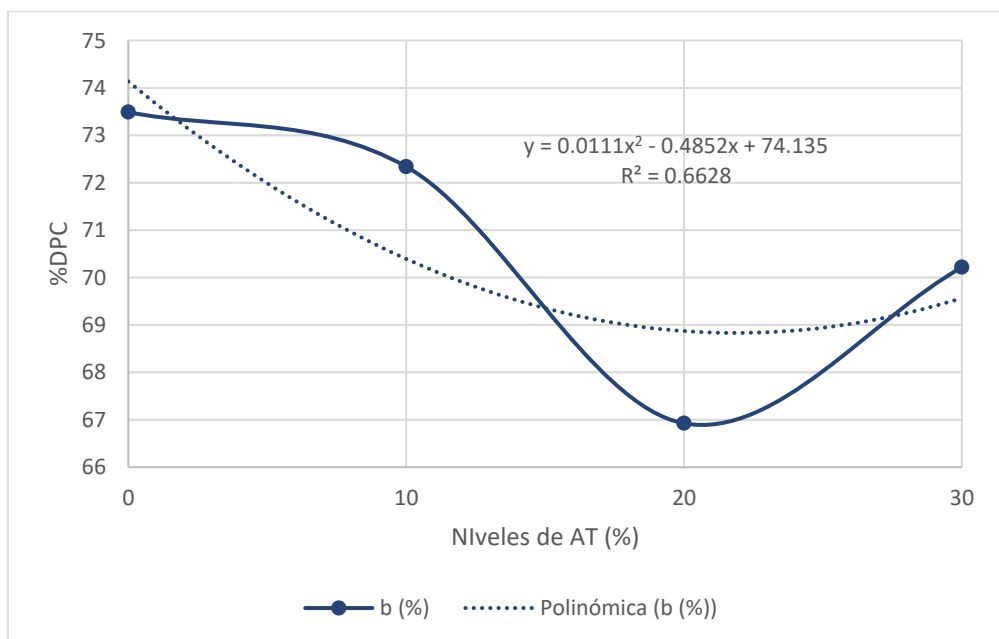


Figura 19

Porcentaje de degradabilidad de materia seca con respecto a la media del parametro i, en los diferentes niveles de FP-AT.

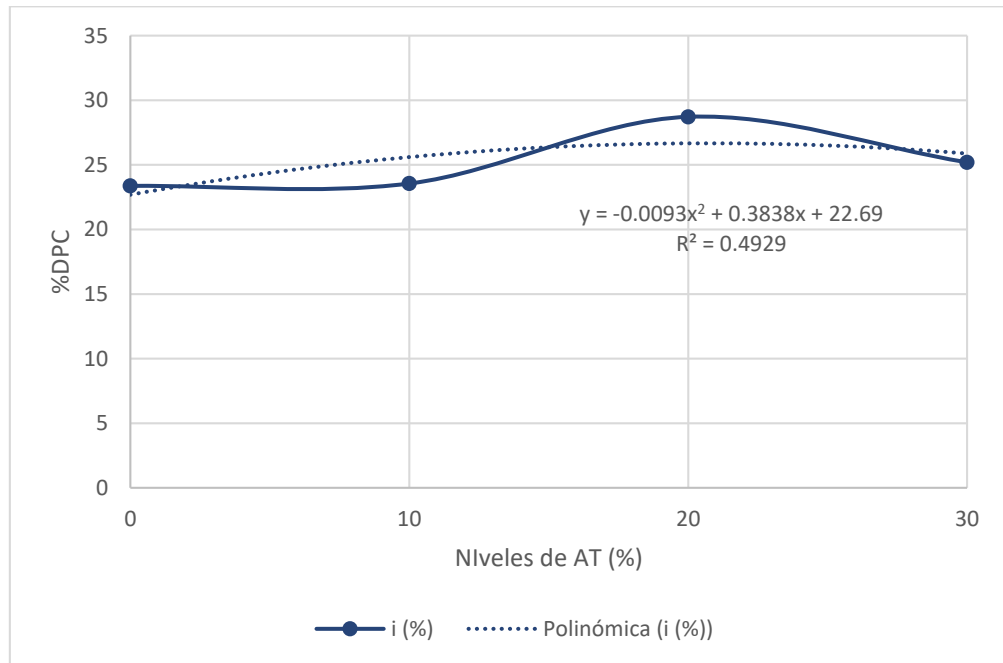


Figura 20

Porcentaje de degradabilidad de materia seca con respecto a la media del parametro DP, en los diferentes niveles de FP-AT.

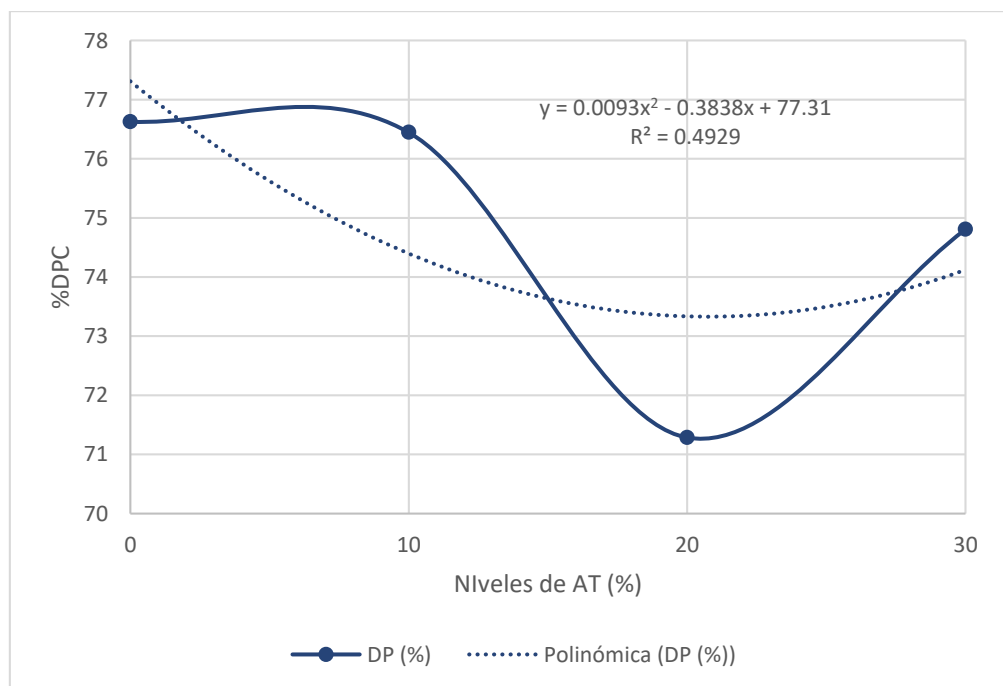


Figura 21

Porcentaje de degradabilidad de materia seca con respecto a la media del parametro c, en los diferentes niveles de FP-AT.

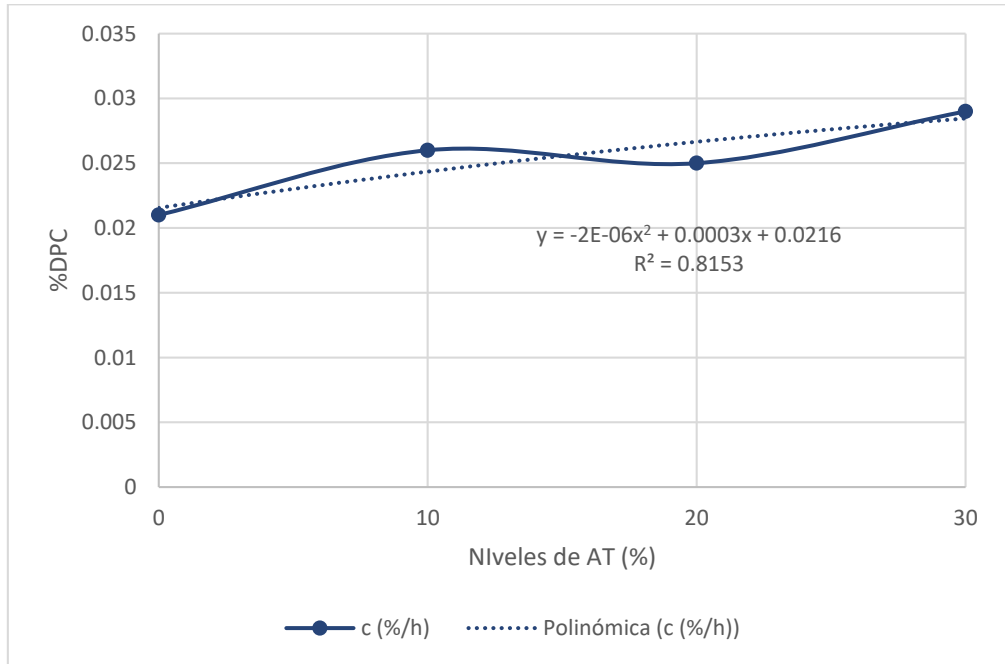


Figura 22

Porcentaje de degradabilidad de materia seca con respecto a la media de la DE a la tasa de pasaje de 2%/h, en los diferentes niveles de FP-AT.

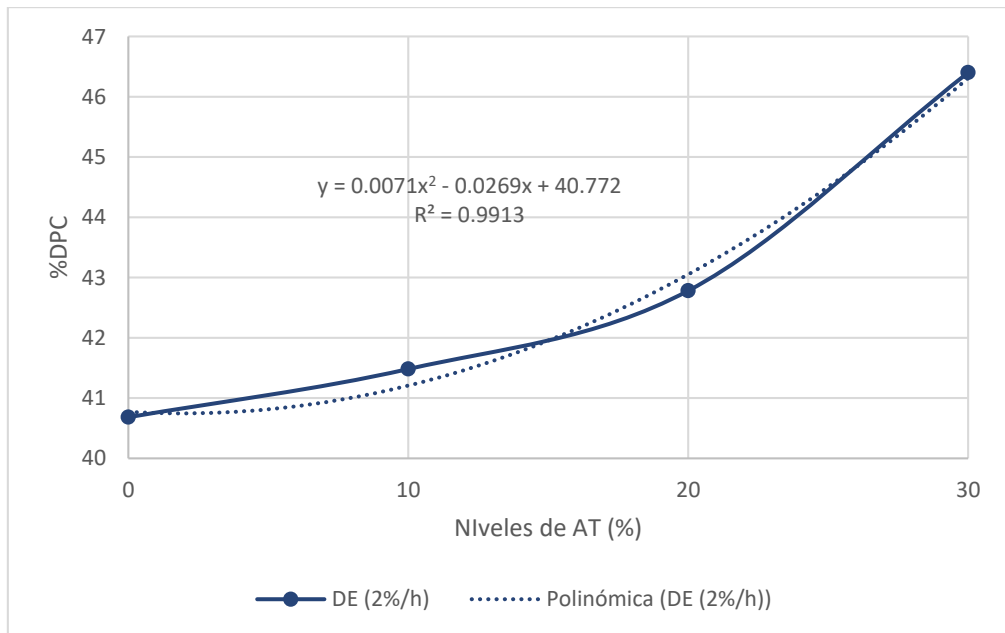


Figura 23

Porcentaje de degradabilidad de materia seca con respecto a la media de la DE a la tasa de pasaje de 5%/h, en los diferentes niveles de FP-AT.

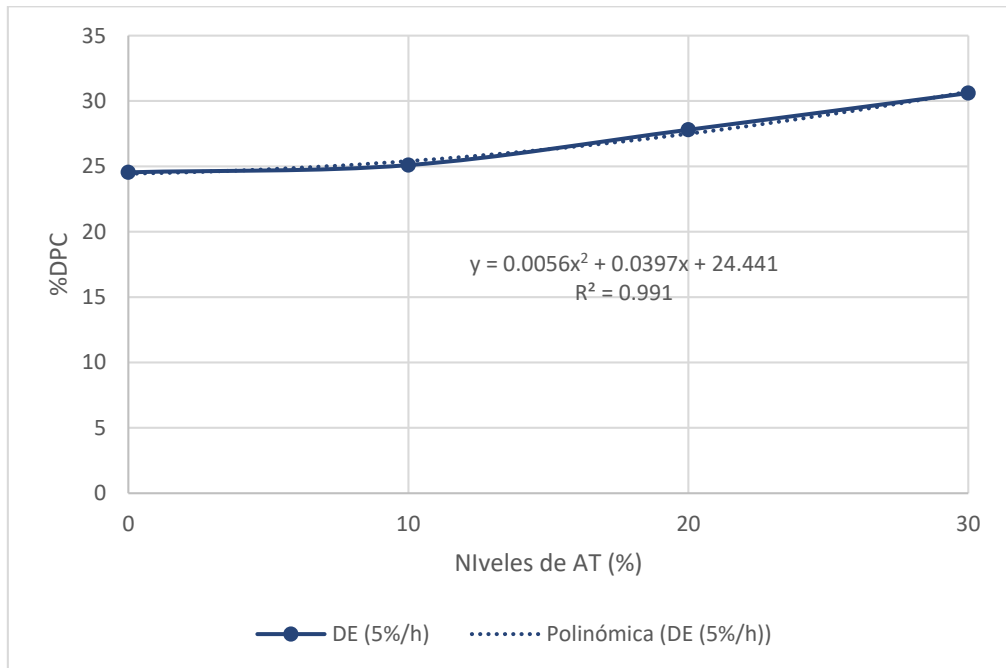


Figura 24

Porcentaje de degradabilidad de materia seca con respecto a la media de la DE a la tasa de pasaje de 8%/h, en los diferentes niveles de FP-AT.

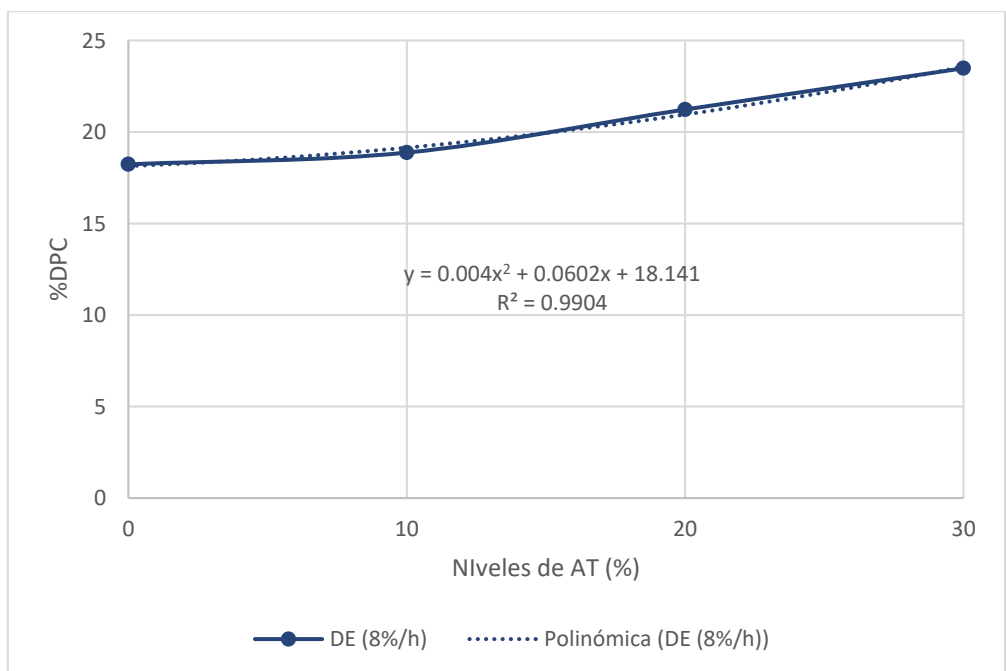


Figura 25

Porcentaje de degradabilidad de proteína cruda con respecto a la media del parámetro a, en los diferentes niveles de FP-AT.

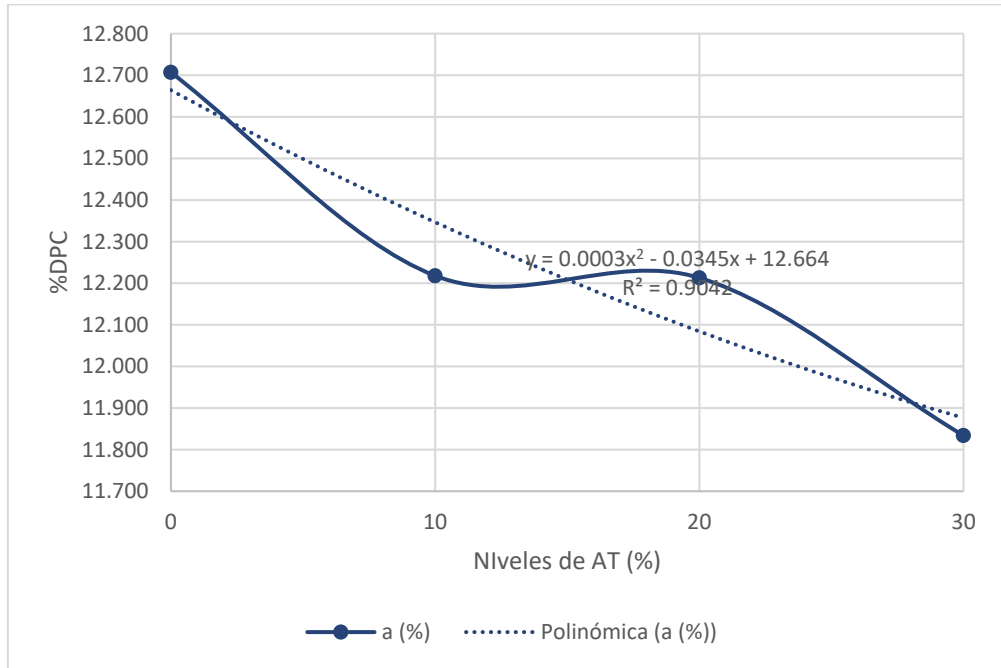


Figura 26

Porcentaje de degradabilidad de proteína cruda con respecto a la media del parametro b, en los diferentes niveles de FP-AT.

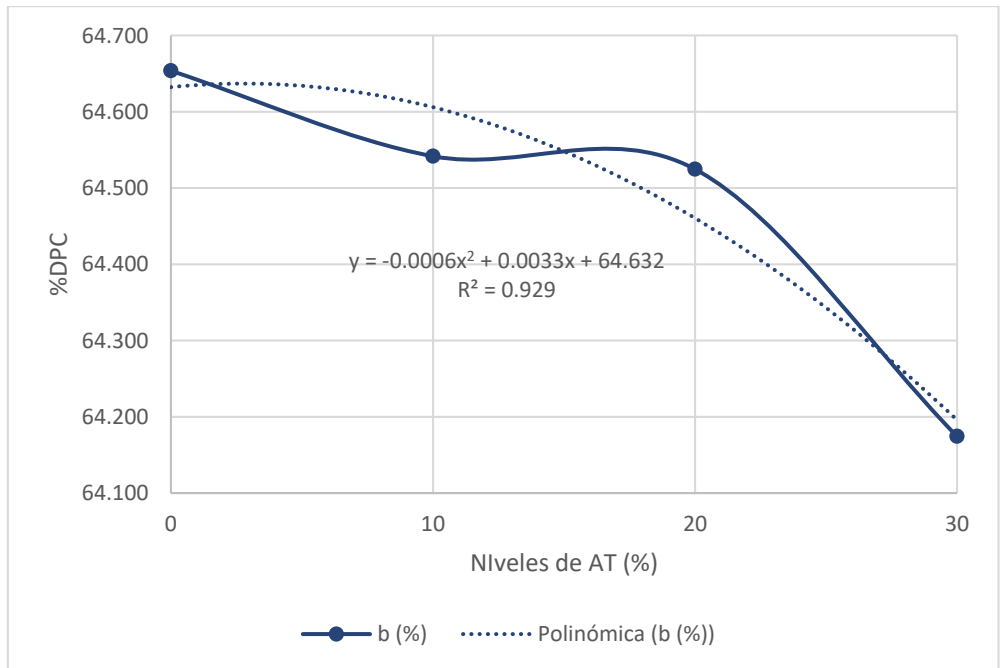


Figura 27

Porcentaje de degradabilidad de proteína cruda con respecto a la media del parametro i, en los diferentes niveles de FP-AT.

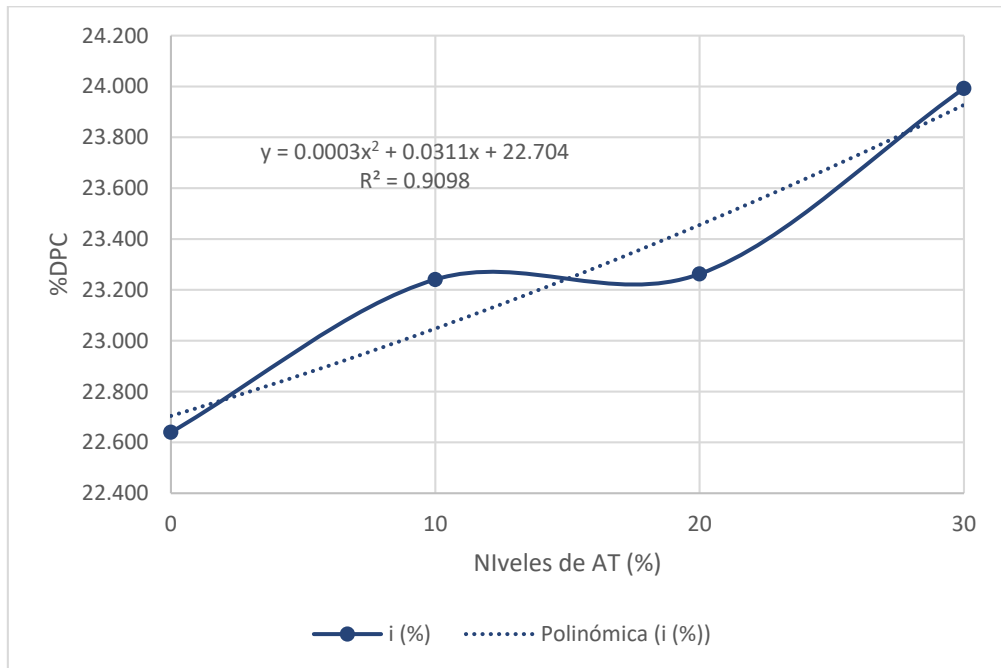


Figura 28

Porcentaje de degradabilidad de proteína cruda con respecto a la media del parametro DP, en los diferentes niveles de FP-AT.

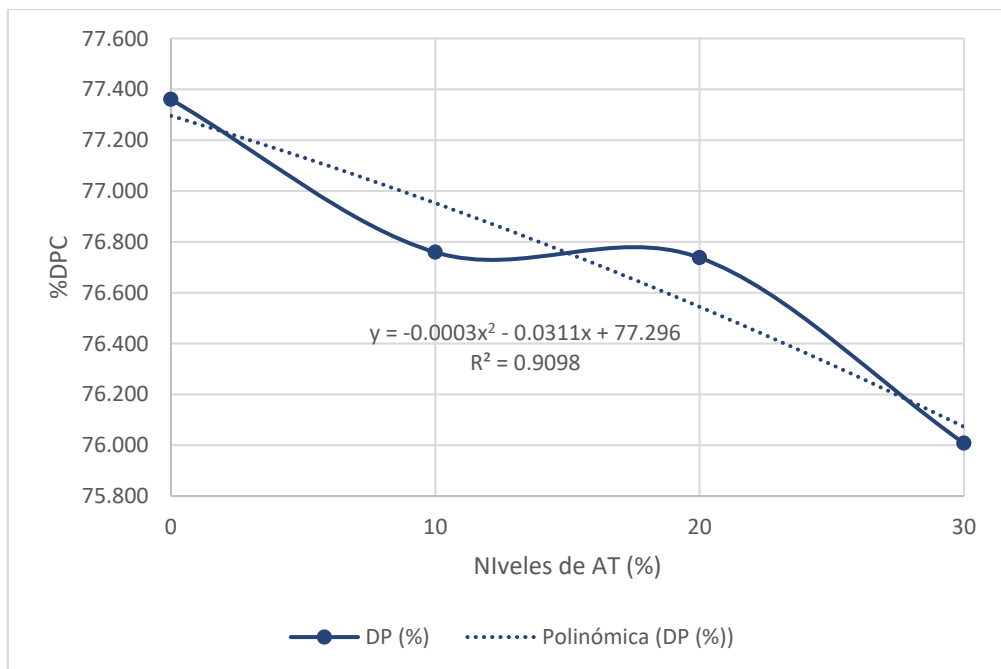


Figura 29

Porcentaje de degradabilidad de proteína cruda con respecto a la media del parámetro c, en los diferentes niveles de FP-AT.

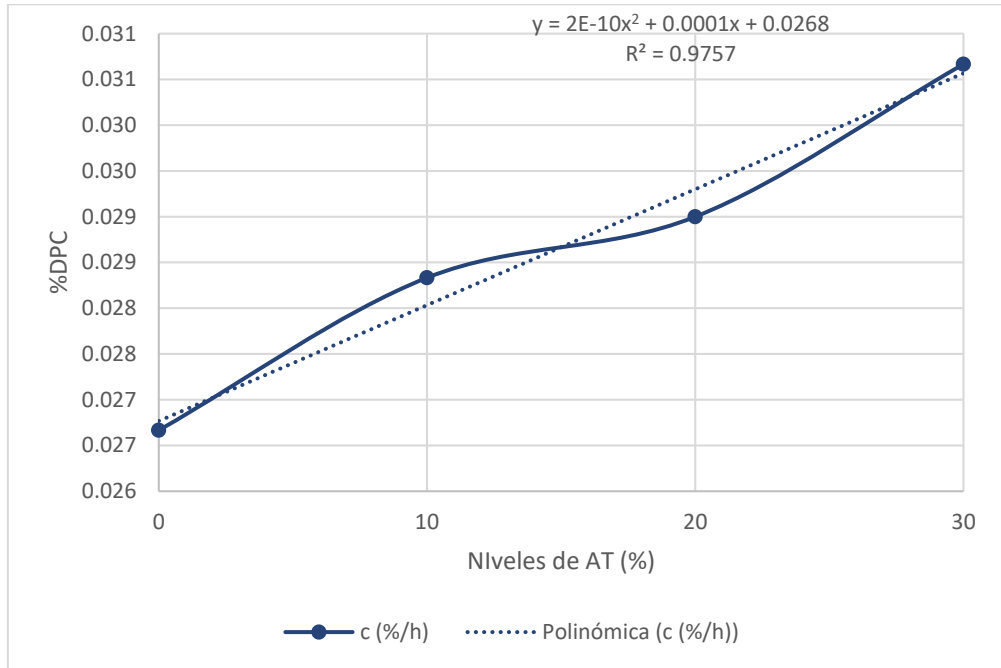


Figura 30

Porcentaje de degradabilidad de proteína cruda con respecto a la media de la DE a la tasa de pasaje de 2%/h, en los diferentes niveles de FP-AT.

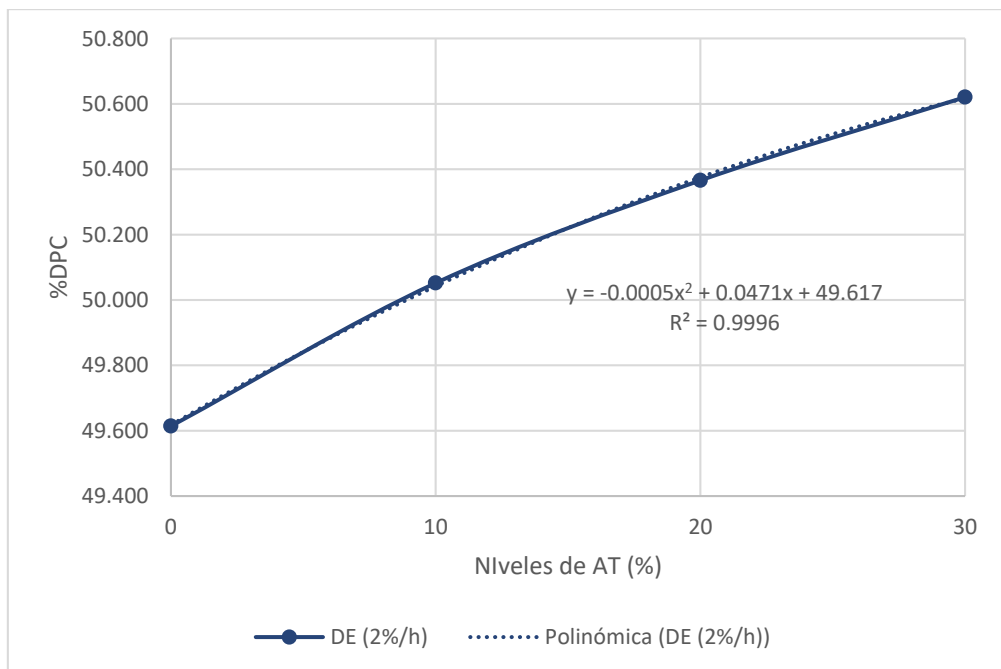


Figura 31

Porcentaje de degradabilidad de proteína cruda con respecto a la media de la DE a la tasa de pasaje de 5%/h, en los diferentes niveles de FP-AT.

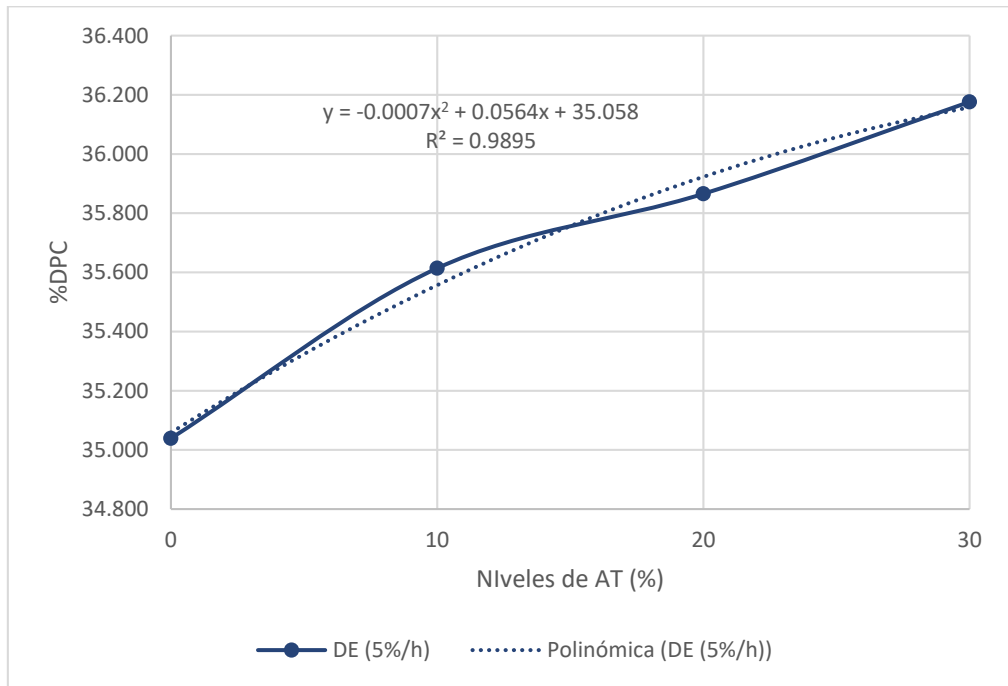
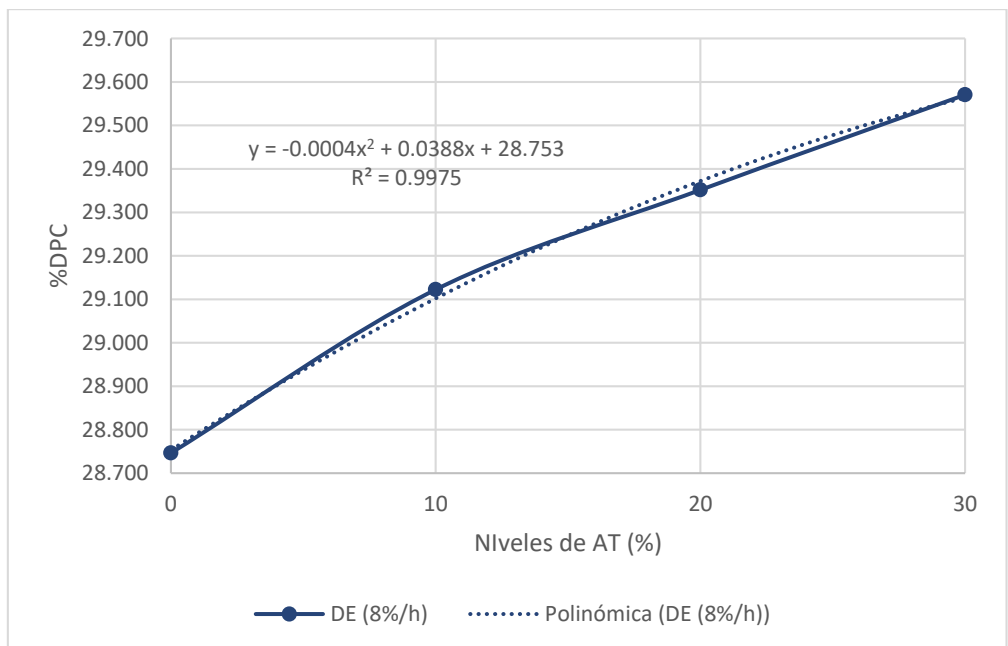


Figura 32

Porcentaje de degradabilidad de proteína cruda con respecto a la media de la DE a la tasa de pasaje de 8%/h, en los diferentes niveles de FP-AT.



Panel fotográfico

Foto 1: Obtención del ensilado



Foto 2: Pesado de muestras para la introducción al rumen



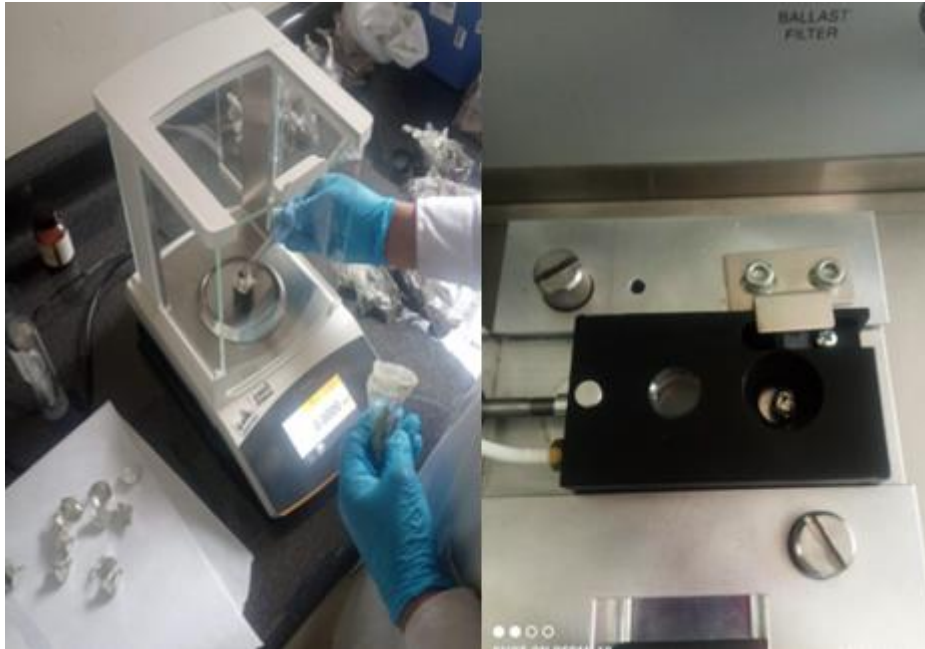
Foto 3: Proceso de incubación de los tratamientos a la alpaca según tiempos



Foto 4: Secado de muestras para registro de datos de la materia seca



Foto 5: Pesado de muestra para la lectura de proteína



● 22% de similitud general

Principales fuentes encontradas en las siguientes bases de datos:

- 21% Base de datos de Internet
- Base de datos de Crossref
- 10% Base de datos de trabajos entregados
- 7% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de contenido publicado de Crossref

FUENTES PRINCIPALES

Las fuentes con el mayor número de coincidencias dentro de la entrega. Las fuentes superpuestas no se mostrarán.

1	repositorio.unh.edu.pe Internet	8%
2	apirepositorio.unh.edu.pe Internet	5%
3	revistasinvestigacion.unmsm.edu.pe Internet	<1%
4	alicia.concytec.gob.pe Internet	<1%
5	portal.amelica.org Internet	<1%
6	unhuancavelica on 2024-04-05 Submitted works	<1%
7	1library.co Internet	<1%
8	hdl.handle.net Internet	<1%

9	agr.una.py Internet	<1%
10	bioline.org.br Internet	<1%
11	uaeh.redalyc.org Internet	<1%
12	Integración Blackboard on 2025-11-04 Submitted works	<1%
13	atenaeditora.com.br Internet	<1%
14	redalyc.org Internet	<1%
15	revistadigital.uce.edu.ec Internet	<1%
16	veterinariadigital.com Internet	<1%
17	Universidad Agraria del Ecuador on 2026-01-27 Submitted works	<1%
18	BENEMERITA UNIVERSIDAD AUTONOMA DE PUEBLA BIBLIOTECA on ... Submitted works	<1%
19	revistaalfa.org Internet	<1%
20	unsaac on 2025-06-18 Submitted works	<1%

21	repositorio.unal.edu.co	Internet	<1%
22	lamolina.edu.pe	Internet	<1%
23	Ticona Benique, Eduardo. "Concentracion de metabolitos y comportam..."	Publication	<1%
24	eprints.uanl.mx	Internet	<1%
25	repositorio.puce.edu.ec	Internet	<1%
26	Saho, Mamadu. "Comportamento de Cidadania Organizacional dos Enf..."	Publication	<1%
27	bmeditores.mx	Internet	<1%
28	Nedilse Helena de Souza, Raul Franzolin, Paulo Henrique Mazza Rodri...	Crossref	<1%
29	doaj.org	Internet	<1%
30	repositorio.unap.edu.pe	Internet	<1%
31	repositorio.uncp.edu.pe	Internet	<1%
32	repositorio.uteq.edu.ec	Internet	<1%

33	Martiarena Cueva, Carla Soledad Quispe Ordonez, Diana Paloma. "Plan... Publication	<1%
34	repo.sibdi.ucr.ac.cr:8080 Internet	<1%
35	CUSUR on 2025-09-17 Submitted works	<1%
36	Wilson Ponce Quispe, Flavio Eudaldo Merlo Maydana. "Degradabilidad ... Crossref	<1%
37	docslib.org Internet	<1%
38	Aliat Universidades on 2025-02-10 Submitted works	<1%
39	noesis.uis.edu.co Internet	<1%
40	repositorio.uap.edu.pe Internet	<1%
41	repositorio.uta.edu.ec Internet	<1%
42	University of Exeter on 2011-05-15 Submitted works	<1%
43	revistas.unillanos.edu.co Internet	<1%
44	Universidad Nacional Santiago Antunez de Mayolo on 2026-06-03 Submitted works	<1%

45	repositorioinstitucional.uabc.mx Internet	<1%
46	Universidad Católica de Santa María on 2021-04-27 Submitted works	<1%
47	Willian R. Gómez, Carlos E. Cardona, Sandra T. Rivero. "Producción y c... Crossref	<1%
48	repositorio.uancv.edu.pe Internet	<1%
49	unhuancavelica on 2023-10-11 Submitted works	<1%
50	Pontificia Universidad Catolica de Chile on 2024-06-13 Submitted works	<1%
51	oalib.com Internet	<1%
52	Fabien Girard, Ingrid Hall, Christine Frison. "Biocultural Rights, Indigen... Publication	<1%
53	scielo.org.pe Internet	<1%
54	Inca Huacasi, Hector Hugo. "Autoestima y desempeño docente en insti... Publication	<1%
55	Paula Cecilia Soto-Rios, Nidhi Nagabhatla, Zusan A. Tejeda Fernandez,... Crossref	<1%
56	Universidad Nacional de Huancavelica on 2026-06-16 Submitted works	<1%

57	Universidad Nacional del Centro del Peru on 2025-12-09 Submitted works	<1%
58	cybertesis.unmsm.edu.pe Internet	<1%
59	redcol.minciencias.gov.co Internet	<1%
60	kerwa.ucr.ac.cr:8080 Internet	<1%
61	Universidad Nacional del Centro del Peru on 2019-07-09 Submitted works	<1%
62	apirepositorio.unu.edu.pe Internet	<1%
63	repositorio.udea.edu.pe Internet	<1%
64	repositorio.uns.edu.pe Internet	<1%

UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCABELICA

(creada por ley N° 25267)

FACULTAD DE CIENCIAS DE INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE ZOOTECNIA



INFORME FINAL DE TESIS

DEGRADABILIDAD RUMINAL *In situ* DEL ENSILADO DE CEBADA CON NIVELES DE FOLLAJE DE PAPA Y AFRECHO DE TRIGO EN ALPACAS

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN

Ciencias Agropecuarias y Desarrollo Agroindustrial

SUB LÍNEA

Ciencia Animal

PRESENTADO POR:

Paz de Adriana, ESCOBAR TAIPE

Violeta Eva, MENDOZA COMUN

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Zootecnista

HUANCAVELICA – PERÚ

(2026)

Acta de Sustentación

Certificado de similitud

Título

**DEGRADABILIDAD RUMINAL *In situ* DEL ENSILADO DE CEBADA CON
NIVELES DE FOLLAJE DE PAPA Y AFRECHO DE TRIGO EN ALPACAS**

Autores

Paz de Adriana, ESCOBAR TAIPE

Violeta Eva, MENDOZA COMUN

Asesor

Manuel, CASTREJON VALDEZ

<https://orcid.org/0000-0002-4535-3278>

DNI: 26603309

Dedicatoria

A nuestros padres, por ser el sostén incondicional en cada etapa de este camino. Gracias por enseñarnos el valor del esfuerzo, por acompañarnos con paciencia y amor, esta tesis es el fruto de sus enseñanzas su ejemplo y fe constante.

A nuestros maestros por compartir no solo conocimiento, sino también paciencia y humanidad, cada clase cada consejo y cada desafío, dejaron huellas que van más allá de lo académico, nos enseñaron pensar, cuestionar, y a crecer, esta tesis también es fruto de su guía su entrega y la confianza que sembraron, admiración y gratitud. Gracias por ser parte esencial de este camino.

Agradecimiento

Expresamos nuestra profunda gratitud a nuestros padres por el apoyo incondicional que nos brindaron durante este largo camino del estudio, de igual forma a nuestros familiares, que de alguna u otra forma contribuyeron al desarrollo de esta tesis.

De igual manera, agradecemos al asesor de tesis, Dr. Manuel Castrejón Valdez, por su guía paciencia y dedicación durante todo el proceso, sus valiosas observaciones y su apoyo fueron esenciales para la finalización de este proyecto. Así mismo extendemos nuestra gratitud a los miembros del comité evaluador, cuyos comentarios y sugerencias mejoraron significativamente nuestra investigación.

Quisiéramos agradecer de manera especial al MVZ Alcides Anccasi Cayllahua Q.E.P.D. por su apoyo incondicional en la ejecución de la tesis, y a nuestros docentes por compartir su conocimiento y experiencia. A todos aquellos que creyeron en nosotras y nos alentaron a seguir adelante, a ellos nuestros más sinceros agradecimientos.

Agradecer al Dr. José Luis Contreras Paco, responsable del laboratorio de nutrición animal y evaluación de alimentos (LUNEA), por su apoyo con los animales fistulados, acceso al bioterio de ensayos experimentales de animales rumiantes.

Por otro lado, agradecemos a nuestros amigos y compañeros que nos motivaron para el éxito de esta investigación.

Los tesistas.

Tabla de contenidos

Acta de Sustentación	ii
Certificado de similitud.....	iii
Título	iv
Autores	v
Asesor	vi
Dedicatoria.....	vii
Agradecimiento.....	viii
Tabla de contenidos.....	ix
Índice de tablas	xiii
Siglas.....	xvi
Resumen	xvii
Abstract.....	xviii
Introducción.....	xix
CAPÍTULO I	20
PROBLEMA.....	20
1.1. Planteamiento del problema	20
1.2. Formulación del problema	22
1.2.1. Problema general	22
1.2.2. Problema específico.....	22
1.3. Objetivos	22
1.3.1. Objetivo general.....	22

1.3.2.	Objetivos específicos	23
1.4.	Justificación	23
CAPÍTULO II.....		25
MARCO TEÓRICO.....		25
2.1.	Antecedentes.....	25
2.2.	Bases teóricas.....	38
2.2.1	Alpaca Raza Huacaya	38
2.2.2	Degradabilidad ruminal	39
2.2.3	Ensilado Cebada.....	46
2.2.4	Follaje de papa	47
2.2.5	Afrecho de Trigo	49
2.2.6	Tiempo de incubación	50
2.3.	Hipótesis.....	50
2.3.1.	Hipótesis general	50
2.3.2.	Hipótesis específica	51
2.4.	Definición de términos	51
2.5.	Identificación de variables.....	54
2.5.1.	Variable dependiente:	54
2.5.2.	Variable independiente:	54
2.6.	Operacionalización de variables e indicadores.....	55

CAPÍTULO III	56
MATERIALES Y METODOS	56
3.1. Ámbito temporal y espacial	56
3.2. Tipo de investigación	56
3.3. Nivel de investigación	57
3.4. Método de investigación	57
3.5. Diseño de investigación	57
3.6. Población, muestra y muestreo	59
3.6.1. Población:	59
3.6.2. Muestra:	59
3.6.3. Muestreo:	59
3.7. Técnicas e instrumentos para recolección de datos	59
3.8. Técnicas de procesamiento y análisis de datos	60
a A nivel de campo	60
b A nivel de laboratorio	62
CAPÍTULO IV	65
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	65
4.1. Presentación e interpretación de datos	65
4.2. Discusión de los resultados.	75
4.3. Proceso de prueba de hipótesis	78
4.3.1. Planteamiento de hipótesis	78

4.3.2.	Nivel de significancia	79
4.3.3.	Estadístico de prueba y diseño	79
4.3.4.	Resultados del contraste	79
4.3.5.	Resumen de la decisión sobre las hipótesis planteadas	80
	Conclusiones	81
	Recomendaciones.....	82
	BIBLIOGRAFÍA	83
	ANEXOS	94
	MATRIZ DE CONSISTENCIA.....	94
	Panel fotográfico.....	119

Índice de tablas

N°		Pág.
Tabla 1.	Valor nutricional de ensilaje de cebada	46
Tabla 2.	Valoración nutricional de los microsilos de follaje de papa.	47
Tabla 3.	Valores máximos de trigo en la dieta de rumiantes.	48
Tabla 4.	Operacionalización de variables e indicadores.	54
Tabla 5.	Análisis de varianza ANOVA de la materia seca y proteína cruda	65
Tabla 6	Degradabilidad media (%) de la materia seca en función a los niveles de follaje de papa y afrecho de trigo.	66
Tabla 7	Degradabilidad media (%) de la proteína cruda en función a los niveles de follaje de papa y afrecho de trigo.	67
Tabla 8	Degradabilidad media (%) de la materia seca en función a los tiempos de incubación.	68
Tabla 9	Degradabilidad media (%) de la proteína cruda en función a los tiempos de incubación.	69
Tabla 10	Degradabilidad media de los parámetros cinéticos de la materia seca (MS) en los diferentes términos de fracción, degradabilidad y tasa de pasaje del ensilado de cebada con niveles de follaje de papa y afrecho de trigo.	70
Tabla 11	Degradabilidad media de los parámetros cinéticos de la proteína cruda (PC) en diferentes términos de fracción, degradabilidad y tasa de pasaje del ensilado de cebada con niveles de follaje de papa y afrecho de trigo.	72
Tabla 12	ANOVA del parámetro cinético de la materia seca (MS) en termino de fracción soluble (a) del ensilado de cebada con niveles de follaje de papa y afrecho de trigo.	95
Tabla 13	ANOVA del parámetro cinético de la materia seca (MS) en termino de fracción potencialmente degradable (b) del ensilado de cebada con niveles de follaje de papa y afrecho de trigo.	95
tabla 14	ANOVA del parámetro cinético de la materia seca (MS) en término de indegradabilidad (i) del ensilado de cebada con niveles de follaje de papa y afrecho de trigo.	95
tabla 15	ANOVA del parámetro cinético de la materia seca (MS) en termino degradabilidad potencial (DP) del ensilado de cebada con niveles de follaje de papa y afrecho de trigo.	96

tabla 16	ANOVA del parámetro cinético de la materia seca (MS) en termino tasa de degradación (c) del ensilado de cebada con niveles de follaje de papa y afrecho de trigo.	96
tabla 17	ANOVA del parámetro cinético de la materia seca (MS) en termino degradabilidad efectiva en la tasa de pasaje de 2% (DE-2%/h) del ensilado de cebada con niveles de follaje de papa y afrecho de trigo.	96
tabla 18	ANOVA del parámetro cinético de la materia seca (MS) en termino degradabilidad efectiva en la tasa de pasaje de 5% (DE-5%/h) del ensilado de cebada con niveles de follaje de papa y afrecho de trigo.	97
tabla 19	ANOVA del parámetro cinético de la materia seca (MS) en termino degradabilidad efectiva en la tasa de pasaje de 8% (DE-8%/h) del ensilado de cebada con niveles de follaje de papa y afrecho de trigo.	97
tabla 20	ANOVA del parámetro cinético de la proteína cruda (PC) en termino de fracción soluble (a) del ensilado de cebada con niveles de follaje de papa y afrecho de trigo.	97
tabla 21	ANOVA del parámetro cinético de la proteína cruda (PC) en termino de fracción potencialmente degradable (b) del ensilado de cebada con niveles de follaje de papa y afrecho de trigo.	98
tabla 22	ANOVA del parámetro cinético de la proteína cruda (PC) en término de indegradabilidad (i) del ensilado de cebada con niveles de follaje de papa y afrecho de trigo.	98
tabla 23	ANOVA del parámetro cinético de la proteína cruda (PC) en termino degradabilidad potencial (DP) del ensilado de cebada con niveles de follaje de papa y afrecho de trigo.	98
tabla 24	ANOVA del parámetro cinético de la proteína cruda (PC) en termino tasa de degradación (c) del ensilado de cebada con niveles de follaje de papa y afrecho de trigo.	99
tabla 25	ANOVA del parámetro cinético de la proteína cruda (PC) en termino degradabilidad efectiva en la tasa de pasaje de 2% (DE-2%/h) del ensilado de cebada con niveles de follaje de papa y afrecho de trigo.	99
tabla 26	ANOVA del parámetro cinético de la proteína cruda (PC) en termino degradabilidad efectiva en la tasa de pasaje de 5% (DE-5%/h) del ensilado de cebada con niveles de follaje de papa y afrecho de trigo.	99
tabla 27	ANOVA del parámetro cinético de la proteína cruda (PC) en termino degradabilidad efectiva en la tasa de pasaje de 8% (DE-8%/h) del ensilado de cebada con niveles de follaje de papa y afrecho de trigo.	100

Panel fotográfico

N°		Pág.
Foto 1.	Obtención del ensilado.	119
Foto 2.	Pesado de muestras para la introducción al rumen.	119
Foto 3.	Incubación de los tratamientos a la alpaca según tiempos.	120
Foto 4.	Secado de muestras para registro de datos de la materia seca.	120
Foto 5.	Pesado de muestra para la lectura de proteína.	121

Siglas

MS: Materia seca

PC: Proteína cruda

DP: Degradabilidad potencial

DE: Degradabilidad efectiva

FP: Follaje de papa

AT: Afrecho de trigo

T: Tiempo

Resumen

La investigación evaluó la degradabilidad *in situ* de la materia seca (MS) y proteína cruda (PC) del ensilado de cebada, con diferentes niveles de follaje de papa y afrecho (FP-AT) de trigo utilizando tres alpacas fistuladas. Se empleó el diseño de bloques completos al azar con arreglo factorial 4*4 (niveles de follaje de papa-afrecho de trigo y tiempos de incubación), se estimó la degradabilidad potencial (DP) y efectiva (DE). Los resultados mostraron efectos significativos de los niveles de follaje de papa y afrecho de trigo, así como de su interacción, en la degradabilidad potencial y efectiva de la materia seca (MS), con valores iniciales de 5.4 % a más del 60 % a las 72 horas. La degradabilidad potencial (DP) de la materia seca fue elevada con valores de 71.29% y 76.63%. Los mejores resultados se dieron con 0, 10 y 30% de inclusión de FP – AT, la respuesta fue curvilínea, con óptimo en niveles bajos o moderados. En caso de la DE de materia seca presentó una tendencia de reducción al aumentar la tasa de pasaje, este efecto positivo se mostró con tasa de pasaje 2%/h lo que indica un mayor aporte de FP- AT y favorece la disponibilidad de la materia seca en fermentaciones más prolongadas. La DP de la proteína cruda fue alta en todos los niveles de FP – AT (76.01 a 77.36%), el valor más alto se obtuvo sin la inclusión de FP – AT, al aumentar su nivel se registraron disminuciones leves y diferencias entre tratamientos. En la DE de la proteína cruda disminuyó numéricamente al incluir FP-AT. A la tasa de pasaje de 2%/h hubo aumento en la DE de la PC, observando diferencia significativa ($p < 0.05$) entre los niveles de 10, 20 y 30% de FP-AT en relación al tratamiento control. Se concluye por los altos valores de la DP y DE de la MS y de la PC de los ensilados incluidos del coproducto deben ser incluidos en las tablas de composición química – bromatológica de alimentos.

Palabras clave: Degradabilidad *In situ*, ensilado de cebada, degradabilidad potencial y efectiva.

Abstract

In situ methods were developed using non-degradable bags to observe the disappearance of their contents, thereby providing information on the potential and effective degradability of dry matter and crude protein. The study evaluated the in situ degradability of dry matter (DM) and crude protein (CP) in barley silage, with different levels of potato foliage and wheat bran, using three fistulae alpacas. A completely randomized block design with a 4×4 factorial arrangements was used; we analyzed the effect of the levels on potential (PD) and effective (ED) degradability. The results showed significant effects of the levels of potato foliage and wheat bran, as well as their interaction, on the potential and effective degradability of dry matter (DM), with initial values ranging from 5.4% to over 60% at 72 hours. The potential degradability (PD) of dry matter was high, with values of 71.29% and 76.63%. The best results were obtained with 0%, 10%, and 30% inclusion of FP-AT; the response was curvilinear, with an optimum at low or moderate levels. In the case of effective degradability (ED) of dry matter, there was a downward trend as the flow rate increased; this positive effect was observed at a flow rate of 2%/h, indicating that a higher inclusion of FP-AT enhances the availability of dry matter during longer fermentations. The DP of crude protein was high at all levels of FP-AT (76.01 to 77.36%); the highest value was obtained without the inclusion of FP-AT; as its level increased, slight decreases and differences between treatments were observed. The DE of crude protein decreased numerically when FP-AT was included at a passage rate of 2%/h; there was an increase in the DE of PC, with a significant difference ($p < 0.05$) observed between the 10%, 20%, and 30% FP-AT levels compared to the control treatment. It is concluded that, due to the high DP and DE values of the DM and CP in the silages containing the product, they should be included in the chemical and bromatological composition table for foods.

Keywords: In situ degradability, barley silage, potential and effective degradability.

Introducción

La crianza de alpacas representa una de las actividades productivas, económicas y culturales más relevantes para las comunidades altoandinas del Perú, constituyendo la base de sustento de miles de familias en regiones como Huancavelica, Puno y Arequipa. Sin embargo, enfrenta limitaciones asociadas a la estacionalidad de los recursos forrajeros durante la época seca que afecta el crecimiento, producción y la salud de los animales. Ante esta problemática, es necesario recurrir a fuentes alternativas de alimento que sean accesibles, económicas y capaces de cubrir alternativas nutricionales de la alpaca (Quispe, 2018).

Los residuos de cosecha y subproductos agroindustriales se perfilan como alternativas sostenibles, el follaje de papa y afrecho de trigo son recursos disponibles en la zona andina, asimismo la cebada forrajera es un cultivo adaptado a las condiciones locales, y su conservación mediante ensilado permite preservar su valor nutritivo, esta condición podría mejorar su aprovechamiento (Cordero, *et al*, 2018).

Por estas consideraciones, se plantea la siguiente hipótesis: La degradabilidad ruminal *in situ* del ensilado de cebada difiere entre los niveles de follaje de papa – afrecho de trigo en alpacas, tanto potencial como efectiva de la materia seca y de la proteína cruda.

El trabajo de investigación está constituido por cuatro secciones: El capítulo I, delimita el problema de estudio, formulación del mismo en la especificación de los objetivos que considera la importancia del estudio. Capítulo II detalla el marco teórico, antecedentes y variables en estudio. Capítulo III menciona la metodología de la investigación, diseño, población, técnicas e instrumentos y procesamiento de datos y Capítulo IV lo cual detalla los resultados del estudio. En la parte final del trabajo se presenta las conclusiones y recomendaciones relevantes.

CAPÍTULO I

PROBLEMA

1.1. Planteamiento del problema

El Perú es uno de los países con mayor población de alpacas con un número de 3 685 516, de las cuales 1 459 903 se encuentra en Puno, el resto está distribuido en Arequipa, Huancavelica y Apurímac (INEI, 2012). La alimentación básica de esta especie es a base de pastizales, que es de poca disponibilidad a causa del sobrepastoreo además del cambio climático que se viene atravesando actualmente, que en gran parte la ganadería ha sido afectada vigorosamente (Gallegos, 2012).

Las zonas altoandinas tienen factores que limitan la actividad pecuaria y una de ellas es el clima, la cual se caracteriza por dos periodos muy marcados, una lluviosa y otra estación seca, este último ocasiona descensos extremos de la temperatura que conlleva a la pérdida de pastos naturales, además la helada es el factor que más limita el crecimiento de los pastos naturales (Mendoza, 2013).

El ecosistema andino evidencia una variación gradual en la composición florística y en la estructura de la vegetación a medida del paso del tiempo esto como consecuencia del cambio climático dando lugar a matorrales dispersos y

suelos sin vegetación. El cambio climático ha generado alteraciones significativas en las comunidades, en este contexto las elevadas temperaturas han conllevado a la escasez del recurso hídrico para el sector ganadero y agricultor en consecuencia la pérdida de praderas naturales y la deficiente disponibilidad de pastos, la cual es fuente de alimento para los animales, esto conlleva a pérdidas económicas debido a la productividad baja y muerte de los animales a falta del agua, y del alimento (Zapata, 2026)

En la región de Huancavelica una de las actividades pecuarias económicas más importantes es la crianza de alpacas, sin embargo, la producción de esta especie actualmente se ve afectada por la baja producción y calidad de pastos, que perjudica la explotación de la ganadería, en consecuencia, los animales presentan baja rentabilidad para el productor. Sin embargo, algunas investigaciones han revelado que los subproductos de la agroindustria y los residuos de cosecha pueden emplearse para complementar la alimentación de esta especie, y que el valor nutricional de los residuos puede mejorar mediante procedimientos o tratamiento probados (Contreras, 2021).

La importancia del conocimiento sobre la digestibilidad y degradabilidad de los alimentos es necesario para poder así establecer el valor nutricional. La digestibilidad hace referencia a la cantidad de alimento que desaparece en el tracto digestivo o en un procedimiento de laboratorio debido a una solubilización o ataque por los microorganismos anaerobias ruminales; mientras que, la degradabilidad hace referencia a la cantidad de alimento que se descompone en sus elementos integrantes, mediante procesos biológicos y químicos. En consiguiente el desconocimiento de la digestibilidad nos conlleva a no poder estimar la proporción de nutriente presentes en el alimento y con respecto a la degradabilidad no se sabría en que magnitud los alimentos se degradan dentro del animal (Perlas, 2022).

Contreras, *et al.* (2019), menciona que la composición química, la degradabilidad y la digestibilidad es de vital importancia conocer para poder

formular dietas para los animales, además, que los forrajes tienen un papel fundamental en la nutrición animal como fuentes de energía a bajo costo y proporciona la fibra necesaria para el mantenimiento de la función ruminal y de la producción.

Según (Castro & Reiner, 2012), el conocimiento de la degradabilidad de un alimento es un parámetro de vital importancia en la producción, ya que es la base para formular dietas con degradación rápida y lenta que permite mantener la fermentación estable en el rumen, optimizando el consumo de recursos locales y reduciendo costos sin afectar el rendimiento productivo.

1.2. Formulación del problema

1.2.1. Problema general

¿Cuál es la degradabilidad ruminal *In situ* del ensilado de cebada con niveles de follaje de papa y afrecho de trigo en alpacas?

1.2.2. Problema específico

¿Cuál es la degradabilidad potencial y efectiva de MS del ensilado de cebada con niveles de follaje de papa y afrecho de trigo en alpacas?

¿Cuál es la degradabilidad potencial y efectiva de PC del ensilado de cebada con niveles de follaje de papa y afrecho de trigo en alpacas?

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo general

Determinar la degradabilidad ruminal *In situ* del ensilado de cebada con niveles de follaje de papa y afrecho de trigo en alpacas.

1.3.2. Objetivos específicos

Determinar la degradabilidad potencial y efectiva de materia seca del ensilado de cebada con niveles de follaje de papa y afrecho de trigo en alpacas.

Determinar la degradabilidad potencial y efectiva de la proteína cruda del ensilado de cebada con niveles de follaje de papa y afrecho de trigo en alpacas.

1.4. Justificación

A nivel social, la ganadería altoandina, especialmente la crianza de alpacas, es una actividad esencial para las comunidades rurales de la sierra central del Perú. Sin embargo, la escasez de forrajes de calidad en épocas seca afecta la productividad y salud de los animales. El uso de ensilados elaborados con recursos locales como cebada forrajera, follaje de papa y afrecho de trigo ofrece una alternativa accesible y sostenible para mejorar la alimentación. Evaluar su degradabilidad ruminal permite seleccionar insumos eficientes y digestibles, fortaleciendo la seguridad alimentaria, mejorando la calidad de vida de las familias alpaqueras y preservando practicas productivas y tradicionales.

La alimentación representa el mayor costo de producción alpaquera. El aprovechamiento del follaje de papa junto con el afrecho de trigo como aditivo energético, puede reducir los gastos en insumos comerciales. Además, la cebada forrajera es un recurso disponible en la región y su ensilado permite almacenar alimento con mínima pérdida nutritiva. Determinar la degradabilidad permite conocer su valor nutritivo y formular raciones económicas y eficientes. Esto posibilita incrementar el rendimiento productivo y reproductivo de las alpacas sin elevar costos, favoreciendo la competitividad de los pequeños y medianos productores.

La información científica sobre la degradabilidad ruminal *in situ* en alpacas es limitada en comparación con otras especies rumiantes. Además, existe un vacío de conocimiento respecto a la cinética de degradación del ensilado de cebada combinado con follaje de papa y afrecho de trigo. Evaluar su degradabilidad ruminal con la técnica *in situ* permite estimar parámetros como fracciones solubles y potencialmente degradables, tasa de degradación; así como la degradabilidad potencial (DP) y degradabilidad verdadera (efectiva) que contribuyen a comprender mejor el comportamiento digestivo de la alpaca. Los resultados generarán conocimiento original y aplicable para la ciencia animal, especialmente en nutrición de camélidos sudamericanos y será una referencia para futuras investigaciones sobre alimentos alternativos y estrategias de manejo nutricional.

La investigación destaca la importancia de la alimentación en la producción de alpacas y propone nuevas alternativas basadas en insumos locales con alta degradabilidad ruminal. Estos recursos mejoran la eficiencia alimenticia, especialmente en periodos críticos, fortalece la condición corporal del animal y la reducción de la dependencia de concentrados comerciales. El estudio aporta evidencia científica que respalda el uso de ingredientes regionales y accesibles, promoviendo la sostenibilidad productiva y ambiental en las comunidades altoandinas. Además, genera información sobre los coeficientes de degradación, sirviendo como base para futuros estudios y el desarrollo de nuevas alternativas alimenticias en la época seca.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes

A nivel internacional

Valadares *et al.* (2010), en el trabajo de investigación *Degradabilidad in situ de proteína bruta y materia seca de algunos alimentos en vacas gestantes e lactantes*. Con la finalidad de establecer los parametros cineticos de la degradacion *in situ* del heno capim Tifton 85, el savado de soja y los forrajes de pasto elefante en cuanto a la fibra en detergente neutro, materia seca y proteína bruta. Se emplearon 3 vacunos adultos fistulados en el primer compartimento. Los alimentos fueron pesados en bolsa de nylon incubados simultaneamente y sacados a los tiempos 0, 2, 4, 8, 16, 24, 48 y 72 horas. Se llevo a cabo un analisis de los residuos de las bolsas para determinar el contenido de fibra en detergente neutro, proteína bruta y materia seca. Como resultado se obtuvo una degradacion elevada en la materia seca y proteína bruta del salvado de soja, asi como la proteína bruta del silaje de heno. Y como conclusión mencionan que el contenido

de fibra en detergente neutro y sus características cinéticas ejerce acentuado efecto sobre la digestión de los alimentos.

Salado *et al.* (2005), realizaron su investigación *Cascarilla de soja y afrechillo de trigo: cinética de degradabilidad ruminal de la fibra detergente neutro*. Estudiaron la cinética del proceso de degradación del alimento en el rumen de los insumos como la cascarilla de soja (CS) y el afrechillo de trigo (AT) basados en la fibra detergente neutra (FDN). Empleando el método *in situ*. Se utilizaron vacas de diferentes edades, en cada vaca se se incubaron 2 bolsas nylon en el rumen y por horarios durante las 72 horas. Como resultado de esta investigación podemos decir que la cascarilla de soja mostró menos presencia de energía y proteína y un mayor contenido de FDN. La degradabilidad de la FDN fue de 97,3 y 53,4 % para CS y AT respectivamente, la degradabilidad efectiva de las fibras de los alimentos en la tasa de pasaje (kp) del 3 y 7%/hora fueron respectivamente de 54,1 y 33,4% para CS, y de 48,3 a 42,8% para AT. Se concluye que el valor energético y la digestibilidad de la fibra de la cascarilla de soja se disminuyen para animales de alta producción y consumo, esto como consecuencia que el proceso de tránsito digestivo es más rápido. En caso de la fibra de Cascarilla de Soja la digestión es más completo.

Ponce & Merlo, (2020), en su artículo *Degradabilidad in situ de la dieta seleccionada por la llama (Lama glama)*. El propósito de este estudio fue analizar cómo se descompone los alimentos por el método *in situ* la materia seca, la proteína bruta, la fibra detergente neutra y la fibra detergente acida de la dieta escogida por las llamas, considerando los diferentes meses y los periodos de la incubación, en la comunidad de Jila Huta Manasaya, Sajama Oruro. Se optaron 4 llamas fistuladas machos de 3 años de edad, raza Qara. Las muestras de alimentos reunidas en el esófago de llamas que pasaban fueron deshidratadas, trituradas y guardadas en bolsas de Dracron con una porosidad de 1700 poros/cm² que no se digieren. Posteriormente, se incubaron por periodos de 0, 6, 12, 24, 36, 48, 72 y 96 horas. Se llevó a cabo un análisis utilizando la metodología proximal de Weende y Van Soest. Los resultados se evaluaron

utilizando un diseño completamente aleatorio con un arreglo factorial de 3*8, y se efectuaron comparaciones de medias a través de la prueba de Duncan. Se observó que la degradación *in situ* ocurre de manera lenta y en un único proceso en el primer compartimento gástrico de las llamas. La degradabilidad *in situ* de la materia seca fue superior en los meses de noviembre y diciembre e inferior en octubre, la absorción de la materia se dio por un lento proceso y progresivo alcanzando a niveles mayores hasta las 72 horas de incubación y luego bajo inferiormente los niveles de digestión.

Boschini, (2001) en su investigación *Degradabilidad in situ de la materia seca, proteína y fibra del forraje de morera (Morus alba)*. Con el propósito de evaluar la degradabilidad ruminal de la materia seca, la proteína cruda, la fibra detergente neutro y sus fracciones en rebrotes de morera de 56, 84 y 112 días, se analizó la degradación de las hojas, los tallos y de la planta en su totalidad. Los resultados mostraron que la degradabilidad potencial de los tres componentes analizados fue disminuyendo a medida que el rebrote se hacía más viejo. La fracción soluble de la materia seca cambio de 29 a 25% en las hojas y de 27 a 19% en los tallos al incrementarse la edad de 56 a 112 días. La parte degradable en la hoja se mantuvo estable en las tres edades (61-63%) con velocidades de degradación ruminal de 14, 10 y 9%/h a 56, 84 y 112 días. En el tallo, la parte degradable se redujo de 42 a 30% entre los 56 y 112 días, con ritmos de degradación de 8,4, 6,7 y 5,3%/h a medida que aumento la edad. La cantidad de proteína cruda soluble bajo de 41 a 33% en la planta completa, a medida que paso el tiempo, y la parte degradable se, mantuvo constante entre 49-51%. La velocidad de degradación supero el 9,4 %/h. la fibra detergente neutra mostro una parte degradable de 71%, 62% y 43% a los 56, 84 y 112 días respectivamente, con velocidades de degradación de 13, 10 y 9%/h en ese mismo orden.

Salinas *et al.* (2011), investigaron la *Digestibilidad in situ de la materia seca de tres dietas para ovinos de engorda*. El propósito de este estudio fue evaluar la digestibilidad *in situ* de los sólidos de tres dietas de engorda para ovejas en

Tamaulipas, México. Se aplicó la metodología de la bolsa de nylon para medir la digestibilidad y la degradabilidad en el rumen de los sólidos, utilizando tres borregos con fistula en el rumen, organizados dentro de un diseño de cuadro latino. Los intervalos de incubación fueron de 0, 4, 8, 12, 24 y 48 h. Todos los tratamientos (T) incorporaron sorgo (*Sorghum vulgare*) triturado como insumo. En consecuencia, se registró en T1 el valor más alto ($P < 0,05$) y la fracción digestible fue superior en T2. Después de 48 horas, no se notaron diferencias entre los tratamientos ($P > 0,05$). La porción que se disuelve rápidamente en la tasa de descomposición fue superior ($P < 0,05$) en T1 comparado con T2 y T3. La dieta T1 mostro la fracción más fácil de digerir en las primeras horas de incubación en el rumen. La dieta T3 tuvo una menor proporción de digestión.

Merlo *et al.* (2007), realizaron su investigación de *Degradación In situ de la dieta seleccionada por llamas en la pradera nativa en diferentes meses en épocas de lluvias en el Altiplano de Bolivia*. Como meta, analizaron la velocidad de descomposición de la materia seca, la proteína cruda y la fibra detergente neutra del forraje que las llamas eligen en la pradera nativa, durante los meses de febrero, marzo y abril, en la época de lluvias en el Altiplano de Bolivia. En 6 llamas que tenían una fistula en el primer compartimento. La degradación *in situ* fue elaborada por la ecuación siguiente $D = a + b(1 - \exp(-kt))$. Como resultado fue la tasa de degradación de 1.2 a 4.4 %, y el potencial de degradación de MS ($a + b$) de 76 a 99 %, fueron afectados ($P < 0.05$) por los meses. Sin embargo, la degradación efectiva de MS (estimada con una tasa de flujo ruminal de $k = 3\% \text{ h}^{-1}$) no fue afectada ($P > 0.05$) por los meses (37.8%). Las tasas de degradación ruminal de PC, $9.8\% \text{ h}^{-1}$, y la FDN, $7.4\% \text{ h}^{-1}$, no fueron afectadas ($P > 0.05$) por el mes. Asimismo, la degradación potencial y la efectiva ($k = 3\% \text{ h}^{-1}$) de PC (93 y 54%) y FDN (76 y 29%) no fue influida por el mes. En la relación con la descomposición de MS, PC y FDN. Se determina que una rápida descomposición de la proteína en las primeras horas, junto con una baja descomposición de las paredes celulares, causara un desajuste en la cantidad de

proteína disponible y falta de energía en los animales que consumen pastizales nativos.

Guerrero *et al.* (2010), desarrollaron el trabajo de investigación titulado *Composición química y degradabilidad de la proteína de forrajes nativos de la región semiárida del norte de México*, con el fin de evaluar la composición química, el índice y la descomposición de la proteína cruda, así como la energía metabolizable (EM) y la proteína metabolizable (PM) de plantas arbóreas, arbustivas, herbáceas, cactáceas, flores, frutos y vainas que los pequeños rumiantes consumen en el pastizal. La degradabilidad de la proteína cruda se analizó mediante método *in situ*. La degradabilidad efectiva de la proteína cruda (28, 55, 62, 77 y 76 %) resultó ser distinta en cada tipo de planta. Se concluye que la degradabilidad efectiva de la proteína cruda clasifica a las especies arbóreas examinadas como de calidad media.

Boschini & Chacon (2017), desarrollaron la investigación titulada *Degradabilidad ruminal de la alfalfa en la zona oriental del Valle Central de Costa Rica*. Como propósito es examinar la degradación en el rumen de vacas lecheras y las características de cuatro variedades de alfalfa (*Medicago sativa*) que fueron creadas en Argentina. La recolección de muestras se realizó durante la temporada de lluvias. Consistiendo en cosechar alfalfa desde el suelo, de las variedades Mora, Patricia, Victoria y Super Monarca. Todas las muestras fueron incubadas en duplicado en dos vacas Jersey-Reryna que tenían una fistula ruminal, en intervalos de 0, 3, 6, 12, 24 y 48 horas. Los datos obtenidos se evaluaron utilizando el algoritmo de Marquardt con el software estadístico SAS. Como resultado, solo se observaron variaciones que eran estadísticamente significativas ($p < 0,05$) en las fracciones solubles y en la tasa de degradación en función de la edad de recolección, donde los valores para la fracción soluble, el potencial de degradación y la tasa de degradación entre 35,34%-44,65%, 36,46%-39,96% y 0,0734/h-0,1176/h, respectivamente. Las conclusiones indican que la alfalfa es un forraje de excelente calidad y posee un alto potencial

de utilización por parte de los rumiantes, incluso en comparación con otros forrajes comunes en entornos tropicales.

Afshar Mirzaei *et al.* (2008), en su investigación *Uso de la técnica del saco de nylon para determinar el valor nutricional y la cinética de degradación de las variedades de alfalfa iraní*. El propósito fue establecer la estructura química y las propiedades de descomposición en el rumen de dos tipos de alfalfa, que son Kareyonge (KAR) y Hamedani (HAM). Se empleó el procedimiento de incubación en seis momentos distintos. Los hallazgos mostraron que no existieron variaciones significativas ($p < 0,01$) entre las distintas variedades de alfalfa en cuanto a materia seca, proteína cruda, ceniza y extracto de éter (EE). Sin embargo, se registró una diferencia significativa en los valores de fibra bruta (FB), fibra detergente neutra (FDN) y fibra detergente ácida (FDA). La degradación de la MS, Materia orgánica, PC y la proteína degradable en el rumen efectiva (ERDP) a una tasa de 0,05 / h para las variedades KAR y HAM fue de 54,2, 52,16%, 40,1%, 72,57 g kg⁻¹ MS y 56,97%, 54,9%, 39,25% , 89,4 g kg⁻¹ de MS. En conclusión, los cálculos basados en la degradabilidad *in situ* sugieren que la alfalfa Hamedani podría tener un mayor porcentaje de inclusión en las dietas de rumiantes en comparación con alfalfa Kareyonge, debido a su menor contenido de NDF. Mayor cantidad de material celular de ERDP.

A nivel nacional

Machaca (2009), desarrolló el trabajo de investigación *Degradabilidad ruminal de materia seca y proteína cruda de los principales recursos alimenticios de Anta – Cusco para vacunos*, con el objetivo de evaluar la cinética de la degradabilidad *in situ*, de la materia seca y proteína cruda, de dieciocho principales recursos alimenticios utilizados para vacunos lecheros. Las bolsas de dracón que contenían una muestra seca de 4g fueron colocadas en duplicado en diferentes momentos de incubación, en la sección inferior del rumen de dos vacas Holstein. Los tiempos de incubación ruminal fueron de 0, 2, 4, 8, 16, 24, 48, 72 y 96 horas. La cinética de degradación de la materia seca y de la proteína

cruda, tanto de los valores predichos como de los registrados, se ajustó utilizando la función solver de Excel. Para materia seca, el resultado fue que la diferencia significativa de las especies sobre la cinética de degradabilidad *in situ*, siendo el *rye grass* italiano inmaduro, el trébol rojo prefloración el más degradable y la avena lechosa, la alfalfa la menos degradable. Referente a los parámetros de degradabilidad efectiva *in situ* de MS se observa que, DEMS y DEPC con una tasa de pasaje ruminal de 6,0%h, el mayor valor fluctúa entre 76,76% para trébol rojo prefloración y menor valor fluctúa entre 42,07% para avena lechosa respectivamente.

Torres *et al.* (2009), En su artículo científico *Comparación de las técnicas in situ, in vitro y enzimática (celulasa) para estimar la digestibilidad de forrajes en Ovinos*. El propósito fue evaluar las metodologías *in vitro*, *in situ* y enzimática (usando celulasa) para medir la digestibilidad de forrajes con distintas calidades nutricionales en ovejas. Se recogieron muestras de forrajes de tres categorías: alta (*rye grass* de 2-4 semanas), media (*rye grass* de 8 semanas y heno de alfalfa) y baja (paja de avena). Las muestras fueron deshidratadas, trituradas y luego pasadas por un tamiz de 1mm para las técnicas *in vitro* y celulasa, y de 3 mm para la técnica *in situ*. Se midió la digestibilidad *in vitro* de la materia seca mediante celulasa. Se emplearon tres ovinos con fistula ruminal, alimentados con maíz forrajero y heno de alfalfa. Se aplicó un diseño experimental de tipo factorial 4 x 3 (4 tipos de forrajes y 3 modalidades de evaluación). No se hallaron diferencias significativas entre la digestibilidad *in vitro* de la materia seca y la digestibilidad *in situ* de la materia seca en los forrajes de calidad media. No se encontraron diferencias significativas entre la DIVMS y la DCMS en los forrajes de calidad media. Los valores de DIVMS y DCMS exageraron la cantidad de materia seca que se puede degradar en forrajes de alta calidad, mientras que subestimaron esta cantidad en forrajes de calidad media y baja en comparación con la DISMS en ovejas. Se llega a la conclusión de que existen variaciones entre los métodos *in situ*, *in vitro* y celulasa para evaluar la digestibilidad de la

materia seca del forraje en ovinos, y que estas variaciones dependen de la calidad del forraje.

Gojon, Siqueiros, & Hernandez, (1998) desarrollaron la investigación de la *Digestibilidad ruminal y degradabilidad In situ de macrocystis pyrifera y sargassum spp. en ganado bovino*. Con la finalidad de establecer la composición química, el contenido energético, la degradación *in situ* y la digestibilidad en el rumen de *macrocystis pyrifera* y *Sargassum spp.*, es importante señalar que estas algas se clasifican como forrajes con bajo contenido energético. La pérdida de materia seca durante periodos de incubación de hasta 96 horas resultó en un 85.36% de digestibilidad para *M. pyrifera* y un 54.83% para *Sargassum spp.*, con tasas de degradación de 0.03 y 0.05, respectivamente. El análisis de la proteína cruda mostro que los valores calculados de 8.40% y 5.99% no se descomponen en el rumen. Las pruebas *in vitro* indicaron que pueden actuar como proteínas de sobrepaso, las cuales se digieren en el abomaso. En rumen, ambas especies de algas tienen un alto potencial como forrajes para animales rumiantes, destacando a *M. pyrifera* como nutricionalmente más ventajosa.

Razz *et al.*(2004), realizaron el proyecto *Cinética de degradación In situ de la Leucaena leucocephala y Panicum máximum Centro de Transferencia de Tecnología en Pastos y Forrajes*. Con el proposito de analizar la degradación "*in situ*" de la materia seca y de la proteína cruda de *Leucaena leucocephala* y el pasto guinea, se realizaron incubaciones durante los periodos de 0, 6, 12, 24, 48 y 72 horas, utilizando cuatro alpacas machos de tres años. Se aplico un diseño experimental totalmente al azar con un arreglo factorial de 2 x 6 y tres repeticiones. Los parámetros de degradación fueron analizados mediante regresión no lineal. Los hallazgos revelaron un efecto significativo de las especies en la cinética de desgradación *in situ* de la materia seca. Se observó que la *Leucaena* presentaba una degradabilidad inicial mas alta (20,83%) y efectiva (49,53%), mientras que el pasto guinea alcanzó la maxima degradabilidad (58,68%). La tasa de degradación mas baja (0,0389 h) se registro en el pasto guinea, y no se encontraron diferencias en la degradabilidad potencial entre dos

especies. En relación a la proteína cruda, el pasto guinea mostró los mayores porcentajes de degradabilidad inicial (6, 12) y potencial (52,10) mientras que su tasa de degradación (0,013 h⁻¹) fué menor que la de la *Leucaena*. En resumen, la degradabilidad máxima de la proteína cruda fué comparable entre dos especies.

Pastrana, Cuesta, & Duran, (1993) realizaron su investigación titulado *Valoración nutricional del follaje de la papa (Solanum Tuberosum l.) en alimentación de ovinos*. En Ica. Se busca analizar el uso del follaje de papa (*Solanum tuberosum L*) como opción en la alimentación de ovejas. El follaje, procedente de las variedades Parda Pastusa y Diacol Monserrate, se recolectó 30 días antes de la cosecha del tubérculo. Durante la fase inicial del estudio, se evaluó la cantidad del follaje producido y se crearon microsilos para examinar las propiedades organolépticas y nutricionales de ambas variedades. Como resultado se obtuvo. La generación de materia seca (MS) de la variedad Pastusa fue de 6.8 toneladas por hectárea, mientras que la variedad Monserrate llegó a 5.2 toneladas por hectárea. La Pastusa, cuando se ensiló usando un método manual para retirar aire, con un presecado de 48 horas y un almacenamiento de entre 30 y 60 días, mostró un mayor valor nutricional. Se elaboró un silo de montón utilizando el follaje de Pastusa, que presentó un contenido de MS del 21.5%, una proteína cruda (PC) del 14.6%. un factor de detergente neutro (FDN) del 38.5%. una digestibilidad *in vitro* de la materia seca del 92.4% y una energía digestible estimada de 3 280 Kcal/Kg de MS. Además, se destacó como una buena fuente de calcio, magnesio, potasio, hierro, manganeso y zinc.

A nivel local

Contreras, *et al.* (2021), en el proyecto titulado *Parámetros cinéticos de la degradabilidad in situ de residuos de cosecha en alpacas (Vicugna pacos)*. El propósito fue establecer los parámetros cinéticos de la degradación *in situ* de la materia seca, la proteína cruda y la fibra detergente neutra de los desechos de cosecha de cebada, avena, arveja, quinua y habas en la región de Huancavelica. Para ello, se utilizaron dos alpacas con fistulas en el rumen. En los análisis

estadísticos, las alpacas representaron los bloques, los residuos de cosecha fue el tratamiento y los tiempos de incubación correspondieron a las subparcelas. Se colocaron 5 gramos de los residuos de cosecha triturados en bolsitas de nylon, las cuales fueron incubadas durante 0, 12, 24, 48 y 72 horas, los cuales tuvieron como objetivo determinar los parámetros cinéticos de la degradabilidad *in situ* de la materia seca, proteína cruda, y fibra detergente neutra de los residuos de cosecha de cebada, avena, arveja, quinua y habas de la zona de Huancavelica. Se encontró que la avena y la quinua mostraron los mayores niveles de materia seca, la cantidad de proteínas crudas varió desde un 2% en la cebada hasta un 14.1% en las habas, el contenido de fibra detergente neutro fue de 34.94% para las habas y alcanzó un 90.19% en la cebada. En conclusión, se señala que el nivel de fibra detergente neutro y sus propiedades cinéticas impactan significativamente la digestión de los rumiantes analizados.

Pariona (2018), en su investigación sobre la *Composición química y cinética de la degradabilidad ruminal de forrajes y concentrados en bovinos en la Universidad Nacional de Huancavelica*. El propósito fue analizar la composición química y la velocidad de degradación ruminal *In situ* de la MS, PC, FDN y FDA de los forrajes puros, forrajes combinados y suplementos concentrados. Para ello, se recolectaron 16 kg de forraje fresco de cada uno de los insumos de las cuatro provincias de Huancavelica, se emplearon tres bovinos con fistula, los forrajes fueron pesados en bolsas de nylon y se incubaron en ocho intervalos, mientras que los concentrados se incubaron en siete intervalos. En los hallazgos, se observó que la cebada molida mostró un 67.89% de FDN y un 85.00% de MS de todas las especies analizadas, la que presentó la tasa de degradación más alta fue la avena, con un 47.77% en PC, la cebada también sobresale en términos de DP y DE, alcanzando un 98.15% y un 92.86%/h respectivamente a una tasa de pasaje de 2% por hora. Se concluye que la DE de la PC, con tasas de pasaje de 2,5 y 8%/h, permite clasificar los forrajes puros, forrajes combinados y alimentos concentrados como especies de alta calidad, en

comparación con la DE de MS, FDN y FDA, destacando la pasta de algodón, la cebada molida y la alfalfa.

Cordero *et al.* (2018), realizaron el trabajo de investigación *Degradabilidad y estimación del consumo de forrajes y concentrados en alpacas (Vicugna pacos)*. El propósito del estudio fue analizar los aspectos cinéticos de la degradación *in situ* de la materia seca y la proteína cruda, utilizando ensilado de maíz chala con un 1% de urea, cebada, avena, salvado de trigo y raspa de papa. Se emplearon muestras de alimentos (5 gramos en base seca) que se colocaron en bolsas de nylon y fueron incubadas durante periodos de 0, 6, 12, 24, 48 y 76 horas. Se examinó la materia seca y la proteína cruda de los residuos en las bolsas. Los hallazgos indicaron que el salvado de trigo y la raspa de papa mostraron altos niveles de degradación potencial, al igual que la materia seca y la proteína cruda de la avena. Se observó una notable fracción no degradable de proteína cruda en el maíz chala tanto sin urea como con urea, lo que se traduce en una menor degradabilidad de la proteína cruda. En conclusión, el estudio determinó que entre los forrajes analizados, la avena sobresale por su alta fracción de materia seca y su mayor degradabilidad efectiva de la proteína cruda en las tasas de pasaje evaluadas. En los alimentos concentrados, el salvado de trigo se destacó como el más importante debido a su mayor capacidad de descomposición de la materia seca y su menor cantidad de proteína cruda que no se puede digerir, a diferencia de la cascara de papa.

Arce & Castro (2009) investigaron la *Valoración de los pastos naturales deseables, según la digestibilidad y degradabilidad in situ, en alpacas (llama paco)*. Con el propósito de evaluar la digestibilidad y degradabilidad *In situ* se analizaron los pastos naturales preferidos en machos de alpacas de 2 dientes, los cuales fueron fistulados en el primer compartimento; se usaron dos bolsas (repeticiones) por cada animal para cada ciclo de incubación. Las bolsas que contenían tres gramos de muestra con su tamaño de entre 2.5 y 3 mm, se mantuvieron en el rumen durante cuatro ciclos de incubación: 12, 24, 48 y 72 horas. Los resultados mostraron porcentajes de proteína cruda(%), siendo

Alchemilla pinnata (27.92%), *Stipa mucronata* (25.00%), *Stipa ichu* (24.56%), *Muhlenbergia ligularis* (24.54%) y *Calamagrostis vicuniarum* (22.56%); se registraron los más altos porcentajes de degradabilidad efectiva para la FDN en las especies: *Hordeum muticum* (30.85%), *Muhlenbergia ligularis* (28.67%), *Alchemilla pinnata* (27.11%), *Festuca dolichophylla* (25.56%).

Enriquez & Giraldez, (2016) desarrollaron su investigación titulada *Degradabilidad In Situ de los pastos naturales deseables, poco deseables e indeseables en alpacas (Vicugna pacos)- Huancavelica*. El propósito de este estudio es identificar la composición química y la degradabilidad *in situ* de la materia seca, proteína cruda y fibra detergente neutro de diferentes tipos de pastos naturales, ya sean deseables, poco deseables o indeseables. Para ello, se seleccionaron 15 especies de pastos naturales que fueron incubadas en 2 alpacas macho de 2 años con un acceso quirúrgico en el rumen durante periodos de 0, 12, 24, 48, 96 y 105 horas. Los hallazgos sobre la degradabilidad potencial para las especies de pastos que se consideraron deseables en cuanto a materia seca y proteína cruda mostraron que *Carex ecuadorica* alcanzó valores de 89,03 y 91,13% respectivamente. En caso de la fibra detergente neutro de *Carex ecuadorica* presentó un 89,61%. Para los pastos catalogados como poco deseables, se encontraron valores de materia seca y proteína cruda de 84, 87 y 85, 57% en *Margaricarpus pinnatus* y *Calamagrostis brevifolia*, y 87,77 y 87,74% respectivamente. En cuanto a la fibra detergente neutro, *Calamagrostis brevifolia* y *Calamagrostis antoniana* registraron un 85,51 y 87,10%. En relación a los pastos indeseables, el *Astragalus garbancillo* mostró porcentajes de 85,16 y 88,00% para materia seca y proteína cruda, y un 78, 71 y 72, 20% para la fibra detergente neutro en *Astragalus garbancillo* y *Plantago lamprophylla*. Se concluye que la degradabilidad potencial de la proteína cruda en los pastos analizados superó el 70%, mientras que la degradabilidad potencial de la fibra detergente neutro registró un promedio de 60%, a excepción de *Carex ecuadorica*, que alcanzó un 89.61 %, con una parte indigestible del 40% para la fibra detergente neutro.

Carrasco, *et al.* (2022), realizaron su investigación titulada *Cinética ruminal de la degradación del ensilado de avena-follaje de papa conteniendo salvado de trigo en bovinos Brown Swiss*. Se busca analizar la velocidad de degradación en el rumen de la materia seca (MS), la proteína cruda (PC) y la fibra detergente neutro (FDN) del ensilado que combina avena y follaje de papa, en una proporción de 70:30. Este estudio considera cuatro niveles de inclusión de salvado de trigo (0, 10, 20, 30%), basado en la materia seca del material ensilado. Se aplicó un diseño de bloques aleatorios en un esquema factorial de 4 x 6 (niveles, tiempos) con tres repeticiones. Para el experimento se utilizaron tres bovinos de la raza Brown Swiss equipados con fistulas en el rumen. Se incubaron 5 gramos de la muestra en bolsas de nylon durante periodos de 4, 8, 12, 24, 48 y 72 horas. Los resultados indican que la degradación de la MS, PC y FDN siguió un patrón cuadrático, observándose un incremento en su degradabilidad hasta alcanzar un nivel óptimo de inclusión de salvado de trigo del 27.64, 22.64 y 27.80% en el ensilado de avena y follaje de papa después de 48 horas de incubación, respectivamente a excepción de la MS, la degradabilidad potencial y efectiva a tasas de flujo de 2,5 y 8%/h de la PC y FDN en los ensilados estuvo afectada por las cantidades de salvado de trigo. En los ensilados que contenían 10, 20 y 30% de salvado de trigo, se evidenció la degradabilidad potencial de la FDN, se determina que las incubaciones en el rumen de muestras de ensilados de avena y follaje de papa (70:30 %) con adición de diferentes cantidades de salvado de trigo, durante un periodo de 72 horas, son adecuadas para alcanzar los niveles ideales de degradación de la materia seca, la proteína cruda y la fibra detergente neutro.

Maita y Quispe, (2024). En su investigación *Cinética de la degradación ruminal in situ de gramíneas de un ecosistema pajonal en las zonas altoandinas, en alpacas (Vicugna pacos)* que tuvo como objetivo. Evaluar la cinética de la degradabilidad de la materia seca, proteína cruda y fibra detergente neutro de especies de las zonas altoandinas. Se utilizaron 3 alpacas fistuladas de raza huacaya y se procedió a la incubación de muestras en bolsas nylon que contenían 2.500 g de sustrato durante el tiempo de 6, 24, 72 horas. Y como consecuencia,

se noto una variación no significativa ($p \geq 0,05$) entre las diferentes especies de plantas en lo que respecta a la solubilidad de la proteína cruda al tiempo inicial (t_0), con valores que fluctuaron entre 2,11 y 3,69% en las especies vegetales Mli y Sich, respectivamente. Se observó que las degradaciones eran lentas y bajas durante las primeras horas (t_0) de la incubación. A lo largo de las 6 horas siguientes, la descomposición de la proteína cruda se produjo de manera rápida, alcanzando un porcentaje de degradación de 34,98% (Fd); 48,86% (Sob); 30,22% (Csp); 17,36% (Sich) y 29,89% (Mli). De acuerdo con los datos recopilados, se puede indicar que la degradabilidad potencial de estos nutrientes aumentó la forma lineal a medida que pasaba el tiempo. Las especies de plantas afectaron tanto la degradabilidad potencial como la efectiva de la materia seca y la proteína cruda a las tasas de pasaje de 2,5 y 8%/h. Estas tasas tuvieron un impacto en la degradabilidad efectiva de la fibra detergente neutra de las diversas especies vegetales.

2.2. Bases teóricas

2.2.1 Alpaca Raza Huacaya

Perú registraba una población de 3 685 516 de alpacas antes del año 2012 de acuerdo con los datos del INEI. (INEI, 2012). La crianza de estos animales ha representado históricamente una actividad de gran relevancia económica para las poblaciones de las zonas altoandinas, esta se lleva a cabo en altitudes superiores a los 3 500 msnm donde las condiciones climáticas de la puna limitan el desarrollo eficiente de la agricultura y la producción de otras especies pecuarias.

La alpaca es una especie muy importante ya que aporta a producción de fibra destinada al mercado nacional e internacional, así como carne para el consumo local y piel como subproducto (Germaná, et al 2016) y: (Gutiérrez, et al 2019). Asimismo, esta especie desempeña un papel fundamental en el desarrollo económico y cultural de la región andina y del país, destacando su contribución

por la elevada demanda de su fibra en la industria textil y por su alto valor nutricional de su carne (Bustinza, 2001).

2.2.2 Degradabilidad ruminal

a) Definición

En los rumiantes, el alimento se almacena inicialmente en el rumen donde es sometido a mecanismos físicos como la rumia, y la acción degradativa por los microorganismos presentes en el rumen, después de un período de residencia, salen del rumen a través de la red reticular. El aprovechamiento de los nutrientes de los alimentos por los rumiantes, especialmente en el caso de forrajes y pastos, depende de estos procesos. Comprender la cinética de la digestión ruminal y la dinámica del tránsito del alimento en el rumen puede ayudar a desarrollar estrategias de gestión alimentaria para mejorar la producción de rumiantes. (Enriquez & Giraldez, 2016).

Según Ceconi (2004), la degradabilidad hace referencia a los procesos que sucede en el en el primer compartimento digestivo, evaluando a través de la cantidad de material que desaparece de él en un período de tiempo determinado como consecuencia de la degradación química y biológica, influenciada por la actividad metabólica de los microorganismos presentes.

La degradabilidad se refiere a los procesos que ocurren en el rumen, se avalúa mediante la cantidad de material que desaparece en un tiempo determinado es el resultado de la acción de la descomposición microbiana (Ayala, et al, 2003). Por otro lado, la tasa de descomposición de los alimentos expresa la cantidad de sustrato que puede degradarse de una fracción específica. Para estimar la tasa de degradación de una fracción, es necesario contar con una descripción matemática de su desaparición a lo largo del tiempo, para ello, se emplean ensayos de

fermentación *in situ* a intervalos predeterminados que varían según el tipo de alimento y de la fracción cuya tasa de degradación se desea estimar. (Van Soest, Fox, & Sniffen, 1982).

Las proteínas consumidas por los rumiantes son descompuestas en gran medida por microorganismos en el rumen. Varias bacterias, protozoos y hongos anaeróbicos participan en esta actividad proteolítica produciendo diversas proteasas, peptidasas y desaminasas (Wallace, 1996).

b) Importancia de la degradabilidad ruminal

La importancia de evaluar la degradabilidad ruminal de especies de piensos y concentrados es que proporciona información esencial para la elaboración de tablas de composición de piensos, lo cual es fundamental en la formulación de piensos para animales. (Velooso, et al, 2000).

Los pastos desempeñan un rol esencial en la alimentación animal, ya que constituye una fuente de energía de bajo costo y aportan la fibra necesaria para el funcionamiento del rumen entre otros beneficios. Por esta razón, la formulación de dietas requiere un conocimiento preciso de los requerimientos nutricionales, la cantidad de nutrientes consumidos, así como de la composición química, degradabilidad y digestibilidad de la materia seca y de los distintos nutrientes, lo que resalta su importancia (Carvalho, et al, 2006).

Cuanto mayor sea la proporción de alimento en la dieta del animal, más se degradará la parte de fibra del alimento. Por otro lado, la energía obtenida en el rumen como resultado de la descomposición de la celulosa y hemicelulosa constituye el mayor consumo de alimento. (Souza, et al, 2000).

c) **Degradabilidad ruminal *in situ* (Método de las bolsas de nylon)**

Características:

La utilización de la técnica del uso de bolsas de nylon para la evaluación de la degradación ruminal de los alimentos, lo cual consiste en incubar las muestras en bolsas de material sintético resistente a la degradación en el rumen. Bajo este enfoque, se asume que la fracción que desaparece de las bolsas corresponde a la porción degradable del alimento, mientras que el residuo retenido representa la fracción no degradable Orskov (1980).

El método de las bolsas de nylon, también conocido como técnica Mehrez – Orskov, emplea animales con fistula ruminal, a través de la cual se introducen bolsas que contienen las muestras de alimento. Estas permanecen en el rumen durante un periodo que puede variar desde horas hasta días, permitiendo que los nutrientes degradados atraviesen los poros del material. Posteriormente, las bolsas son retiradas y la degradabilidad ruminal se termina mediante la diferencia entre la cantidad inicial de alimento y el residuo recuperado.

La degradabilidad de cada nutriente depende de su solubilidad (fracción A), de la tasa de degradación de la fracción insoluble (fracción B) y del tiempo de permanencia en el rumen, el cual es inversamente proporcional a la velocidad del tránsito ruminal. En este contexto, la degradabilidad efectiva (D_e) de cada nutriente se estima mediante la expresión: $D_e = A + B \times c / (c + k)$ donde A representa la fracción soluble, B la fracción potencialmente degradable, c tasa de degradación y k la tasa de pasaje o tránsito ruminal (Fernandez, 2018).

Los alimentos consumidos por los animales desaparecen en el tracto gastrointestinal como resultado de los procesos de digestión, absorción. En consecuencia, la degradación que experimenta un alimento en un

compartimento específico o a lo largo de todo el tracto digestivo está determinada por la interacción de estos procesos (Van Soest, Fox, & Sniffen, 1982).

La técnica “*in situ*” implica colocar una determinada cantidad de muestra en una bolsa, asegurándose de que esté bien sellada, y colocarla en el rumen de un animal con fístula durante un determinado tiempo. Esto nos permite determinar la cantidad de muestra digerida y la velocidad de fermentación. Se utiliza principalmente cuando se necesita información sobre el efecto de las condiciones del rumen en la digestión de un número limitado de muestras.

La tasa de descomposición de los alimentos se define como la cantidad de sustrato que puede degradarse por unidad de tiempo. Para estimar la tasa de degradación de una fracción específica, es necesario contar con una descripción matemática de la desaparición a lo largo del tiempo, para ello se emplean ensayos de fermentación *in situ* a intervalos predeterminados que varían dependiendo del tipo de alimento y de la fracción cuya tasa de degradación se desea estimar refiere (Van Soest, Fox, & Sniffen, 1982).

La evaluación del valor nutritivo de los alimentos se lleva a cabo mediante el uso de material sintético como la bolsa dracon o nylon (bolsas ruminales), lo que constituye una herramienta eficaz para la evaluación inicial de los alimentos y poder comprender los procesos de degradación y fermentación que tiene lugar en el rumen (Orskov E. , 1980).

– **Factores que afectan la degradabilidad *in situ***

Uden y Van Soest (1984) analizaron las principales fuentes de variación en a la estimación de la degradabilidad de la materia seca

(MS) y de la proteína bruta (PB) identificado como más relevantes las siguientes:

- Tamaño de poro de la bolsa.
- Tamaño de partícula de la muestra (grado de molido).
- Relación entre la cantidad de la muestra y tamaño de la bolsa.
- Secuencia de la introducción de las bolsas al rumen.
- Posición de las bolsas en el rumen.
- Tiempo de incubación ruminal de las bolsas.
- Uso de repeticiones.
- Variaciones debidas a periodos y animales.
- Dieta de los animales.

La capacidad de descomposición variará dependiendo del alimento y/o del animal que lo consume, siendo la avena y la cebada probablemente las más difíciles de digerir debido a su alto contenido de fibra y a la presencia de microorganismos en el rumen menciona (Shimada, 2003).

Vilca, (1993) manifiesta lo siguiente:

- La capacidad de digestión varía de acuerdo a la especie animal, estado de salud y trabajo.
- Las edades del animal afectan al factor de degradabilidad
- La determinación de los nutrientes de los alimentos varia o son afectados por los métodos de análisis utilizados.

– **Degradabilidad potencial**

La suma de las partes solubles y potencialmente degradables de un alimento. El concepto de degradación potencial fue introducido por Wilkins (1969) y se define como el grado de descomposición de los alimentos en un ecosistema de rumiantes en las condiciones actuales y sin limitaciones de tiempo de residencia.

No hay un consenso sobre el tiempo de incubación necesario para evaluar el potencial de degradabilidad de la materia seca, de los componentes de la pared celular u otras fracciones. Se ha sugerido que, los valores potenciales de degradación se alcanzan después de 48 a 120 horas (Smith et al., 1971).

– **Degradabilidad efectiva**

La degradabilidad efectiva representa la degradación potencial (a+b) corregida por la tasa de pasaje (k). Corresponde a la suma de la fracción soluble y a la fracción potencialmente degradable que realmente es degradada, considerando la velocidad de degradación y el tiempo que permanece el alimento en el rumen (Orskov & McDonald, 1979).

La evaluación de la degradabilidad efectiva (DE) es el cálculo más significativo en los estudios de dinámica del rumen, ya que determina qué fracción de nutrientes se degrada en el rumen y cuál no. Este parámetro debe evaluarse correctamente para garantizar una nutrición adecuada y una mejor utilización de los nutrientes en los rumiantes.

– **Materia seca (MS)**

Materia seca (MS) también conocida como extracto seco, pertenece a la fracción que permanece luego de eliminar el contenido de agua

mediante un proceso de secado en condiciones controladas en el laboratorio. Para analizar esta fracción se divide convencionalmente en materia orgánica e inorgánica (Felipe & Matos, 2019).

Es igual al 100% menos el porcentaje de agua en la muestra y refleja todos los nutrientes de la muestra como, proteínas, fibra, grasa, minerales, etc. Teniendo en cuenta lo anterior, todas las interpretaciones de las mediciones nutricionales deben basarse en la materia seca, ya que en última instancia contiene los nutrientes consumidos por el animal (Melendez, 2015).

El contenido de humedad (agua) de una muestra puede eliminarse por evaporación por la aplicación de calor o secado por congelación. El material que resta de este proceso de secado es expresado como el porcentaje de materia seca (MS) o materia seca parcial cuando se realiza un secado incompleto con la intención de preparar la muestra para un análisis químico e impedir que se deterioren sus componentes (Barreto, 2010).

– **Proteína cruda (PC)**

La proteína cruda está formada tanto por proteína verdadera, compuesta por aminoácidos organizados en cadenas polipeptídicas, como por compuestos de nitrógeno no proteico entre los que se incluyen amidas, nitratos, urea, algunas vitaminas, urea, y aminoácidos libres. Este método de análisis se basa en la cuantificación del nitrógeno presente en el alimento. El cual se multiplica por el factor 6.25 para estimar el contenido de PC (McDonald, Edwards, & Greenhalgh, 2011).

La proporción entre el peso total de una proteína y su contenido en nitrógeno se mantiene prácticamente constante, con un valor de 6,25, ya que las proteínas contienen aproximadamente 16% de nitrógeno.

Por esta razón es posible estimar la cantidad de proteína a partir de nitrógeno determinado por el ejemplo mediante el método Kjeldahl y multiplicándolo por el factor 6,25 (Barreto, 2010).

Los aminoácidos son los mecanismos básicos de las proteínas. Hay 20 tipos de aminoácidos, cada uno de los cuales contiene carbono, hidrógeno, oxígeno y nitrógeno y tiene una estructura determinada. Las cadenas cortas de aminoácidos (menos de 100) se denominan péptidos. Las plantas pueden sintetizar todos los aminoácidos que necesitan a partir del nitrógeno inorgánico, como los nitratos, del suelo. El cuerpo del animal puede sintetizar aproximadamente la mitad de los aminoácidos que necesita, la otra mitad no puede sintetizarse y debe obtenerse a través de la dieta. La combinación de aminoácidos necesaria para formar una proteína determinada está regulada con mucha precisión por el código genético ubicado en el núcleo de cada célula del cuerpo. (Lehninger, Nelson, & Cox, 2005).

Los compuestos nitrogenados no proteicos (NPN), como la urea y las sales de amonio, son ricos en nitrógeno, pero no aportan directamente aminoácidos. En los rumiantes, los microorganismos del rumen pueden metabolizar el nitrógeno no proteico y convertirlo en aminoácidos para su propio crecimiento. Las proteínas microbianas, así como las proteínas de la dieta que no se descomponen en el rumen, se digieren en el intestino delgado (proteínas metabolizables). De esta forma, el animal absorbe y utiliza los aminoácidos liberados (Stryer, Berg, & Tmoczko, 2003).

2.2.3 Ensilado Cebada

Sánchez (2000) mencionó que la cebada (*Hordeum vulgare*) es comúnmente utilizada como alimento, y actualmente en los países desarrollados, el 77.5% de su producción se destina al consumo ganadero, mientras que el resto se utiliza para la elaboración de cerveza. Se caracteriza por tener granos de

color amarillo medio, mazorcas compactas, un período de crecimiento de aproximadamente 150 días y puede usarse como alimento.

La cebada crece en una gama más amplia de entornos que otros cereales. En comparación con otros cereales, la mayor parte de la cebada se cultiva en zonas con climas menos favorables, y sólo es superada por el trigo en términos de distribución, aunque la cebada está mejor adaptada a las condiciones del clima y del suelo que el trigo en zonas climáticas similares (Lopez, 1991).

Según Muñoz (2007), la cebada es una especie que presenta tolerancia a condiciones climáticas extremas y se caracteriza por tener un ciclo vegetativo corto. Estas características le permiten desarrollarse en ambientes adversos donde otras gramíneas no logran adaptarse adecuadamente.

La cebada se puede utilizar como alimento para animales tanto en forma de grano como de ensilaje. Se utiliza ampliamente en la alimentación de ganado vacuno, porcino y aves de corral y como base principal de piensos equilibrados. Por lo tanto, nuestro objetivo fue evaluar la degradación de un nuevo alimento alternativo en la alpaca, ya que también pertenece a la familia de los rumiantes.

Tabla 1: Valor nutricional de ensilaje de cebada

<i>Ensilaje de cebada</i>	<i>Proteína (%)</i>	<i>Materia seca (%)</i>	<i>FDN (%)</i>	<i>pH</i>
	8.02	46.64	50.12	4.37

Fuente: INIA-La Estanzuela, (2004).

2.2.4 Follaje de papa

En las zonas altoandinas de nuestra región el cultivo de papa se da aproximadamente en 170 000 hectáreas al año, de las cuales se obtienen

grandes cantidades de follajes las cuales no se utilizan y se dejan secar para ser quemadas cuando estén secas (Pastrana, Cuesta, & Duran, 1993).

Cuando se almacenan adecuadamente, las hojas son un alimento importante para los rumiantes porque están húmedas y pueden ser consumidas por ellos en forma de ensilaje. Su recolección no perjudica el crecimiento de los tubérculos, ya que al cosechar las papas se cortan las hojas. (Pastrana, Cuesta, & Duran, 1993).

Pastrana et al (1993) concluyeron en su artículo científico que la composición nutricional del ensilaje de hojas de papa para ovejas es óptima, pero el contenido energético es ligeramente menor. A pesar de la alta solubilidad de las proteínas, que facilita su degradación en el rumen, muy poca proteína llega al intestino delgado. También mencionaron que el consumo de materia seca de las hojas de papa es mayor (66 a 75 kg) en comparación con otras hierbas y aumenta levemente, pero no significativamente, cuando se suplementa como se hizo en este experimento.

Al mejorar la composición química de la dieta, los nutrientes solubles quedan disponibles para el crecimiento microbiano, lo que ayuda a mejorar el índice de digestibilidad de la materia seca, aumentando así la digestibilidad aparente de la materia seca (Pastrana, Cuesta, & Duran, 1993)

Este producto beneficiaría a los productores de la zona andina del país y sería una opción de alimentación en la escasez de pastos naturales en los tiempos de sequía. Este proyecto pretende valorar el follaje de papa como alimento para alpacas, en el presente estudio se pretende determinar la degradabilidad efectiva y potencial de este alimento.

Tabla 2 : Valoración nutricional de los microsilos de follaje de papa

Variable	MS	PT	PS	FDN	pH
V. P pastusa	20 5b	24 0a	72 8 ^a	39 5 ^a	4 5b
V. D Monserrate	25 6a	13 6 ^a	74 7 ^a	42 0a	4 9 ^a
P. 24 horas	20 2b	13 7 ^a	73 7 ^a	41 4 ^a	4 6 ^a
P. 48 horas	24 0a	13 9 ^a	73 1 ^a	40 0b	4 7 ^a

Fuente: Pastrana, Cuesta, & Duran (1993)

2.2.5 Afrecho de Trigo

Según Cuellar (2021), el trigo constituye una materia prima ampliamente empleada a nivel mundial en la alimentación y producción animal, debido a su valor tanto nutricional como económico.

Los cereales son una de las principales fuentes de energía y nutrición para los animales y los seres humanos y se han utilizado durante siglos. Entre los cereales, el trigo es uno de los más importantes del mundo. El producto principal del trigo es la harina y los subproductos son el salvado y el germen. (Cuellar, 2021).

Este cereal como el trigo sin duda es una importante fuente de alimento para animales rumiantes. Por un lado, si se cultiva y cultiva en las condiciones adecuadas, tiene un alto contenido de proteínas, de hasta un 18%. El alto contenido de proteínas y el alto valor energético hacen del trigo una buena alternativa para la alimentación de los rumiantes. Por otro lado, es rico en fibra, lo que ayuda al proceso digestivo en los rumiantes. Sin embargo, se reconoce que el trigo suministrado es bajo en lignina y alto en azúcar, por lo que su consumo debe ser limitado. (Cuellar, 2021).

La ingesta máxima de trigo para rumiantes es de 4 kg/día, dividida en varias dosis para prevenir la acidosis ruminal. Debido a que el almidón es el principal componente de carbohidratos del trigo, la tasa de fermentación del

trigo en los rumiantes es muy alta, incluso mayor que la del maíz. Además, se recomienda que el trigo añadido al alimento esté seco y bien molido para mejorar la absorción de nutrientes. (Cuellar, 2021).

Tabla 3: Valores máximos de trigo en la dieta de rumiantes. Tomado de (De Blas, et. al., 2019).

Etapa productiva de rumiantes	Porcentaje máximo de trigo en la dieta (%)
Recría	30
Vaca de lechería	25
Vaca de carne	35
Terberos de levante	20
Ovejas	30
Ovejas en cebo	20

2.2.6 Tiempo de incubación

Según Orskov y McDonal 1979, el tiempo de incubación es un factor que varía de acuerdo al material que se esté incubando, Aquino (1996) hace referencia a la importancia de establecer el tiempo de incubación de acuerdo con los objetivos de la investigación, por lo que no es posible generalizar la duración que un alimento debe permanecer en el rumen. Este aspecto debe considerarse en los estudios que emplea la técnica de degradación ruminal *in situ*.

2.3. Hipótesis

2.3.1. Hipótesis general

H₀: La degradabilidad ruminal *in situ* del ensilado de cebada en alpacas no difiere entre los niveles de inclusión de follaje de papa y afrecho de trigo en alpacas.

H₁: La degradabilidad ruminal *in situ* del ensilado de cebada en alpacas sí difiere entre los niveles de inclusión de follaje de papa y afrecho de trigo en alpacas.

2.3.2. Hipótesis específica

H₀: La degradabilidad potencial y efectiva de MS del ensilado de cebada, no difiere entre los niveles de follaje de papa y afrecho de trigo en alpacas.

H₁: La degradabilidad potencial y efectiva de MS del ensilado de cebada, difiere entre los niveles de follaje de papa y afrecho de trigo en alpacas.

H₀: La degradabilidad potencial y efectiva de PC del ensilado de cebada, no difiere entre los niveles de follaje de papa y afrecho de trigo en alpacas.

H₁: La degradabilidad potencial y efectiva de PC del ensilado de cebada, difiere entre los niveles de follaje de papa y afrecho de trigo en alpacas.

2.4. Definición de términos

Los aminoácidos esenciales: En animales son aquellos compuestos que el organismo animal no puede sintetizar y, por lo tanto, deben obtenerse a través de la dieta. Estos son fundamentales para la formación de proteínas y para múltiples funciones vitales, como la producción de enzimas y hormonas, la regeneración de tejidos y el transporte de nutrientes. La lista de aminoácidos esenciales puede variar ligeramente según la especie, pero comúnmente incluye la histidina, isoleucina, leucina, lisina, metionina, fenilalanina, treonina, triptófano y valina (Gutiérrez, 2020).

Cinética ruminal: La cinética ruminal se centra en cómo los alimentos se degradan y fermentan dentro del rumen, considerando tres fracciones: digestible, potencialmente digestible e indigestible. La desaparición de estas fracciones se modela frecuentemente mediante cinética de primer orden, donde la constante de

digestión (kd) representa la velocidad fraccional de degradación por hora. (Carvalho, et al, 2006).

Degradabilidad: propiedad de una sustancia o material inorgánico de descomponerse en sus componentes no bajo la influencia de factores biológicos, sino bajo la influencia de factores ambientales, como la lluvia, la luz solar, el viento, etc. (Ayala, et al, 2003).

Degradabilidad efectiva: se define como la degradación potencial (a+b) ajustada en la función de pasaje (k) de acuerdo con lo propuesto por Orskov & McDonald (1979). En este contexto, las tasas de pasaje de los sólidos en el rumen suelen considerarse de 2%/h, 5%/h, y 8%/h, las cuales corresponden a condiciones de mantenimiento y a niveles productivos moderados y altos, respectivamente, según AFRC (1993).

Degradabilidad potencial: es la suma de los parámetros de degradación “a” y “b”. La fracción “a” corresponde a la porción soluble en agua del alimento, también denominada degradación inicial (%), mientras que la fracción “b” representa la porción potencialmente degradable, es decir, aquella que puede ser degradada por la acción de los microorganismos a lo largo del tiempo (t), conocida también como degradación máxima (%) (Orskov & McDonald, 1979).

Fibra detergente neutra: se define como la fracción estructural de la pared celular vegetal, compuesta principalmente por celulosa, hemicelulosa y lignina.

Fistula: Es una conexión anormal entre un órgano, un vaso o el intestino y otra estructura. Generalmente, se origina como consecuencia de lesiones o intervenciones quirúrgicas, aunque también puede desarrollarse a partir de procesos infecciosos o inflamatorios (Ayala, et al, 2003).

In Situ: es una expresión de origen latino que significa “en el sitio” o “en el lugar” y se emplea comúnmente para describir un fenómeno observado directamente en

su entorno natural o en una intervención realizada en el mismo lugar (Van Soest, Fox, & Sniffen, 1982).

Materia seca: eliminación del contenido de humedad de una muestra, ya sea por evaporación a través de calor o por secado mediante congelación. El residuo resultante tras este proceso se expresa como porcentaje de materia seca total. Asimismo, cuando se realiza un secado parcial con el propósito de preparar la muestra para su análisis químico y evitar la alteración de sus componentes, se denomina materia seca parcial (Barreto, 2010).

Metodología de Van Soest (sistema detergente): conocida como sistema detergente, permite fraccionar la materia seca de los alimentos en componentes con mayor afinidad bioquímica en comparación con los métodos tradicionales de fibra cruda y extracto libre de nitrógeno. Asimismo, se ha demostrado que estas fracciones poseen un mayor significado biológico y nutricional, lo que ha permitido mejorar la predicción del valor nutritivo de los alimentos e incluso estimar ciertos indicadores del desempeño animal a partir de un alimento determinado (Van Soest, Fox, & Sniffen, 1982).

Proteína cruda: contenido proteico de un alimento determinado mediante análisis químicos basados en la cuantificación de nitrógeno. Por otro lado, el valor biológico de las proteínas se define como su capacidad de aportar aminoácidos esenciales en las proporciones adecuadas, necesarias para el mantenimiento animal y para satisfacer las distintas demandas productivas. Este concepto se asocia directamente con la calidad proteica (Machaca, 2009).

Residuo: materiales generados a partir de actividades de producción y consumo que no poseen un valor económico aprovechable. En este contexto, los residuos agrícolas corresponden a restos de cosechas y sus derivados, caracterizándose por ser abundantes, dispersos y de difícil manejo y control (Navarro, Moral, Gomez, & Mataix, 2005)

Rumen: también denominado panza, es una de los compartimentos del sistema digestivo de los rumiantes. Se localiza en la cavidad abdominal, entre el diafragma y la pelvis, y se encuentra en comunicación directa con el esófago. Funciona como una cámara fermentativa pregástrica, caracterizada por presentar un epitelio no secretor, a diferencia del abomaso el estómago verdadero de los rumiantes que pódese una mucosa de tipo secretor (Contreras, et al, 2021).

Tasa de pasaje: cantidad de digesta, expresada en peso o proporción, que transita por un punto específico del tracto digestivo en un intervalo de tiempo (Kotb y Luckey, 1972).

Significado biológico-nutricional: Toma referencia al proceso del organismo asimilando los alimentos y líquidos para la obtención de energía, para mantener las funciones vitales del organismo vivo, también refiere al estudio de la relación entre los alimentos y salud según definición de Lavoiser y la FAO. Mencionando que la nutrición no solo implica ingesta sino también la absorción de los nutrientes por parte del organismo.

2.5. Identificación de variables

2.5.1. Variable dependiente:

Degradabilidad ruminal:

Degradabilidad potencial y efectiva de la materia seca (DMS)

Degradabilidad potencial y efectiva de la proteína cruda (DPC)

2.5.2. Variable independiente:

Nivel 1: Ensilado de cebada 100%.

Nivel 2: Ensilado de cebada 90% y 5% de follaje de papa + 5% afrecho de trigo (10%).

Nivel 3: Ensilado de cebada 80%, 10% follaje de papa y 10% afrecho de trigo (20%).

Nivel 4: Ensilado de cebada 70%, 15% follaje de papa + 15% afrecho de trigo (30%).

2.6. Operacionalización de variables e indicadores

Tabla 4: Operacionalización de variables e indicadores

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala
Variable dependiente					
Degradabilidad de la materia seca (DMS)	Porcentaje de materia seca del ensilado que es degradada en el rumen en la técnica in situ a un tiempo de incubación.	% pérdida de MS medida en bolsas in situ en distintos tiempos de incubación (ver tiempos sugeridos)	Degradabilidad potencial MS	Porcentaje: (%)	Razón
			Degradabilidad efectiva MS		
Degradabilidad de la proteína cruda (DPC)	Porcentaje de proteína cruda del ensilado que es degradada en el rumen en la técnica in situ a un tiempo de incubación.	% pérdida de proteína cruda en bolsas in situ en los mismos tiempos de incubación.	Degradabilidad potencial PC	Porcentaje: (%)	Razón
			Degradabilidad efectiva PC		
Variable independiente					
Niveles	Proporción de mezcla compuesta por follaje de papa + afrecho de trigo incorporada al ensilado de cebada.	4 niveles experimentales aplicados al ensilado de cebada:	Nivel 1 = 0%; Nivel 2 = 10%; Nivel 3 = 20%; Nivel 4 = 30% (expresado como % en base materia seca del ensilado).	% DMS degradada	Razón
				% DPC degradada	

Elaboración propia.

CAPÍTULO III

MATERIALES Y METODOS

3.1. Ámbito temporal y espacial

El presente Proyecto se ejecutó en dos ambientes las cuales fueron:

- El bioterio de laboratorio de nutrición y evaluación de alimentos en la cual se encuentran las alpacas fistuladas en ambientes separados en condiciones óptimas para el desarrollo de la parte experimental de la toma de muestra.
- El laboratorio de nutrición y evaluación de alimentos donde se desarrolló el procesamiento de las muestras para la obtención de los datos.

3.2. Tipo de investigación

El tipo de investigación aplicado en el presente trabajo, fue de tipo aplicado, ya que el objetivo principal fue resolver ciertos problemas identificados en el contexto, por lo tanto, los resultados obtenidos fueron prácticos e inmediatos (Hernández, 2014).

3.3. Nivel de investigación

El estudio fue de nivel experimental porque las variables fueron manipuladas por los investigadores lo cual se orientó a la prueba de hipótesis es decir las variables independientes se vieron expresadas en la variable dependiente (Sabino, 2012).

3.4. Método de investigación

El metodo fue científico porque los resultados obtenidos siguieron una secuencia lógica direccionandose a la objetividad de nuestro estudio (Iglesias, 1981).

3.5. Diseño de investigación

La investigación corresponde a un enfoque cuantitativo de tipo experimental y de nivel explicativo, debido a que se manipula la variable independiente (niveles de follaje de papa y afrecho de trigo: 0, 10, 20 y 30%) para evaluar su efecto sobre la degradabilidad de la materia seca y de la proteína cruda en el ensilado de cebada en alpacas.

Se empleó el Diseño de Bloques Completamente al Azar (DBCA), con arreglo factorial (4×4), considerando cuatro niveles de inclusión de follaje de papa y afrecho de trigo, y cuatro tiempos de incubación (0, 12, 48 y 72 horas), con la finalidad de controlar la variabilidad entre los bloques experimentales. El modelo matemático a utilizar fue:

$$Y_{ijk} = \mu + B_i + A_j + T_k + (AT)_{jk} + \varepsilon_{ijk}$$

donde:

Y_{ijk} : Observación de la variable respuesta (degradabilidad de MS, PC)

μ : Media general de los factores analizados.

B_i : Efecto del bloque i (3 alpaca)

A_j : Efecto del factor A (niveles de follaje de papa y afrecho de trigo)

T_k : Efecto del factor B (tiempos de incubación)

$(AT)_{jk}$: Interacción entre nivel de follaje de papa y afrecho de trigo y tiempo de incubación.

ε_{ijk} : Error experimental

Los parámetros de cinética de degradación ruminal de la MS y PC fueron calculados mediante la ecuación propuesta por Orskov & McDonald (1980):

$$\text{Deg} = a + b \times (1 - e^{-c \cdot t})$$

Dónde:

Deg = representa la degradabilidad o desaparecimiento del nutriente (MS o PC) del alimento (%)

a = es la fracción del alimento soluble en agua en el tiempo cero (%)

b = es la fracción insoluble en agua, pero potencialmente degradable en determinado tiempo (%)

c = es la tasa de degradación potencialmente degradable (b)

t = es el tiempo de incubación (horas); $a + b \leq 100$.

Los parámetros no lineales a, b y c fueron estimados con el aplicativo Solver de Microsoft Excel. La degradabilidad efectiva de la MS (DEMS) y de la PC (DEPC) y en el rumen se calculó por intermedio de la ecuación de Orskov & McDonald (1979):

$$\text{De} = a + (b \times c / c + k)$$

Dónde: k = es la tasa estimada de pasaje de las partículas en el rumen y los demás parámetros fueron descritos en la ecuación anterior.

La degradabilidad efectiva de las variables analizadas (MS y PC) se estimaron para cada alimento, considerándose la tasa de pasaje de sólidos por el rumen de 5%/h, que puede ser atribuido en el nivel de consumo alimenticio medio, según (AFRC, 1993).

La información referente a la degradabilidad *in situ* de los tratamientos fueron sometidos a análisis de varianza por el procedimiento GLM del programa estadístico SAS, versión 9.2 para Windows® (SAS, 2008), considerándose animal, periodo, tratamiento, tiempo de incubación e interacción tratamiento x tiempo de incubación. Además, se realizó pruebas de regresión (lineal, cuadrática y cubica) por medio de polinomios ortogonales.

3.6. Población, muestra y muestreo

3.6.1. Población:

La cebada, el follaje de papa y el afrecho de trigo se utilizaron de acuerdo con los tratamientos y sus respectivas repeticiones, empleándose 170 kg de cebada, 15 kg de follaje de papa y 15 kg de afrecho de trigo, lo que representó un total de 200 kg de material experimental o población.

El corte de la cebada y follaje de papa se realizó aproximadamente a los 5 meses de crecimiento, siendo posteriormente picados a un tamaño entre 2.5 y 3.5 cm mediante el uso de una picadora estacionaria marca Retsch.

3.6.2. Muestra:

El tamaño de muestra para el análisis de laboratorio para determinar la MS y PC alrededor de 500g de ensilado de cebada, 500g follaje de papa y 500g afrecho de trigo.

El tamaño de muestras del ensilado de cebada con niveles de follaje de papa y afrecho de trigo, se tomó 500g por cada nivel.

3.6.3. Muestreo:

Se realizó un muestreo no probabilístico por conveniencia lo cual permitió dirigir la investigación en función a la necesidad del estudio.

3.7. Técnicas e instrumentos para recolección de datos

3.6.1 Técnica

Observación.

3.6.2 Instrumento

Registro de datos de ensilado.

Registro de datos de residuos de cosecha.

Registro de datos de residuos agroindustriales.

3.6.3 Equipos

Estufa (secado de muestras)

Equipo Leco (análisis de nitrógeno)

3.8. Técnicas de procesamiento y análisis de datos

3.8.1 Para el análisis de datos

Para poder determinar la Materia Seca AOAC (1990)

Para poder determinar la Proteína Cruda DUMAS

3.8.2 Procesamiento de recolección de datos

a A nivel de campo

Para la obtención del ensilado

Corte: el corte del follaje de papa se realizó a los 5 meses de crecimiento, la cebada forrajera se realizó el corte en su etapa fenológica de grano lechoso (antes de la floración).

Picado: el picado se realizó con la maquina picadora de marca Retsch de 2.5-3.5 cm de tamaño para el ensilado.

Afrecho de trigo: se agregó en diferentes niveles de acuerdo a los tratamientos y repeticiones.

Llenado en micro silos: después de realizar las mezclas de follaje de papa, cebada forrajera y afrecho de trigo, se realizó el relleno de los micro silos en forma manual, utilizando la cantidad de 1 kg por cada unidad experimental.

Compactado del forraje: antes de introducir el forraje picado a los micro silos se procedió a rotular con los tratamientos y repeticiones correspondientes, luego separamos cada uno de estos y se procedió con la compactación utilizando una madera con el objetivo de eliminar el aire del interior de los micro silos.

Sellado en mini silos: una vez llenado los micro silos, todas ellas fueron cerrados.

Almacenado de los micro silos: el almacenamiento se realizó en el laboratorio de Nutrición y Evaluación de Alimentos (LUNEA), se almacenaron en un lugar fuera del alcance del sol en posición vertical por un tiempo de 30 días.

Apertura de los micro silos: se abrió los micro silos, después de 30 días de ensilado en el laboratorio de Nutrición y Evaluación de Alimentos (LUNEA), luego fueron analizados y procesados la composición química de cada muestra.

Para la degradabilidad *in situ*

Para la evaluación de la degradabilidad, las bolsas de nylon (5*10 cm y 50 μm de tamaño de poro) fueron identificadas con tinta resistente al agua según los tratamientos de estudio. Posteriormente, se secaron en una estufa de ventilación forzada a 65°C durante 12 horas, y se colocaron en un desecador por 0.5 horas y se pesaron.

A continuación, se introdujeron 2.500 g de muestra en cada bolsa, las cuales fueron debidamente amarradas y aseguradas para evitar salida de muestra. Seguidamente, se sometieron nuevamente a secado en estufa de 65°C durante 24 horas, se colocaron en el desecador por 0.5 horas y se tomó apunte de su peso. Finalmente, la materia seca se determinó mediante diferencia de peso.

Para la incubación las bolsas fueron sujetadas a una cuerda de algodón u suspendidas mediante un hilo de nylon a través de la cánula ruminal. Una vez introducidas en el rumen, cada bolsa fue retirada en los tiempos previamente establecidos. Las bolsas correspondientes al tiempo 0 horas no fueron incubados, sin embargo, se sometieron al mismo procedimiento de lavado que las demás muestras.

Tras su retiro del rumen, las bolsas fueron colocadas en un recipiente con agua y posteriormente lavados cuidadosamente hasta eliminar todas las partículas adheridas en la parte externa de la bolsa, obteniendo un agua clara y libre de material suspendido. Finalizado este proceso, las bolsas se secaron en una estufa de ventilación forzada a 65°C durante 24 horas; luego, se colocaron en un desecador por 0.5 horas y finalmente se pesaron (tara + residuo), la determinación del peso seco del residuo se realizó por diferencia.

b A nivel de laboratorio

Análisis de MS: Se determinó humedad donde sigue la relación siguiente: $100 - MS = \text{humedad}$.

El ensilado fresco fue introducido en sobres manila con capacidad de 300 g, previamente identificados mediante rotulación. Luego, las muestras fueron expuestas a una temperatura de 65°C durante un periodo de 48 horas. Este proceso corresponde a la etapa de predeshidratación, y el peso obtenido al término del mismo se denomina MSA (materia seca al ambiente).

Posteriormente, se tomó una muestra del forraje previamente molido. Con ayuda de una balanza analítica, se pesaron las muestras, se introdujo en una estufa y se mantuvo durante 24 horas a una temperatura de 105°C. finalizado este proceso, se registró el peso final y se procedió a la aplicación de la fórmula:

$$\%MS = (MSE \times MSA) / 100$$

Donde:

%MS: Materia seca, MSE: Materia seca a la estufa y MSA: Materia seca al ambiente.

Análisis de PC: La determinación de proteína cruda se procedió de la siguiente manera: Se pesó 0.045 gramos de las muestras en tin foils (Papel de estaño). Se utilizó la balanza analítica conectada al equipo leco para el respectivo análisis. El equipo Leco realizó el análisis de nitrógeno. El software del equipo calculó la proteína con el factor 6.25.

Se envió la muestra a análisis del pc. Transcurridos 3 minutos aproximadamente se obtuvo el resultado de nitrógeno. Que es multiplicado con el factor 6.25, factor para forrajes y/o ensilados.

Los parámetros de degradación de la MS y PC se obtuvieron ajustando los datos a la ecuación descrita por Orskov & McDonald (1979):

$$\text{Deg}(t) = a + b \times (1 - \exp(-c \times t))$$

Donde:

Deg(t) = representa la cantidad degradada o desaparecimiento del nutriente (MS, o PC) (%) del alimento en el tiempo (t)(%)

a = es la fracción del alimento soluble en agua en el tiempo cero (degradación inicial, %)

b = representa la fracción potencialmente degradable y expresa la fracción que fue degradada en el tiempo (t) (fracción degradada por los microorganismos, degradación máxima, %)

c = es la tasa de degradación en la cual la fracción b será degradada cada hora (%/hora);

t = es el tiempo de incubación en el rumen (horas)

\exp = base de los logaritmos naturales; $a + b \leq 100$.

Los parámetros no lineales a , b y c serán estimados con el aplicativo Solver de Microsoft Excel.

La degradabilidad efectiva, que corresponde a la degradación potencial ($a + b$) ajustada por la tasa de pasaje (k), serán estimadas la degradabilidad efectiva de la MS (DEMS) y PC (DEPC) en el rumen mediante la ecuación de Orskov & McDonald (1979):

$$De = a + [(b \times c) / (c + k)].$$

Dónde:

k = es la tasa estimada de pasaje de las partículas en el rumen y los demás parámetros fueron descritos en la ecuación anterior.

La DEMS y DEPC fueron estimadas para los niveles, teniendo en cuenta las tasas de pasaje de sólidos en el rumen de 2 %/h, 5 %/h y 8 %/h, correspondientes a mantenimiento y niveles productivos moderados y altos, según (AFRC, 1993).

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Presentación e interpretación de datos

4.1.1. Evaluación de la degradabilidad potencial y efectiva de la Materia Seca y Proteína Cruda del ensilado de cebada con niveles de follaje de papa y afrecho de trigo.

El análisis de varianza para la degradación de la materia seca (MS) y proteína cruda (PC) mostró efectos significativos ($p < 0.001$) tanto para el tiempo de incubación como para los niveles de follaje de papa y afrecho de trigo, lo que indica que la degradabilidad de la MS y PC aumentó con el tiempo y fue influenciada por la composición del ensilado. No se encontraron diferencias significativas entre bloques, por lo que la variación atribuible a este factor fue mínima. Además, la interacción entre tratamientos y tiempo fue altamente significativa, evidenciando que el efecto de los niveles de follaje de papa y afrecho de trigo sobre la degradación de la MS y PC dependió del tiempo de incubación (Tabla 5).

Tabla 5

Resumen del análisis de varianza de la degradación de la materia seca (MS) y proteína cruda (PC) del ensilado de cebada con niveles de follaje de papa y afrecho de trigo (FP - AT).

Fuentes de variación	GL	DMS (%)	DPC (%)
Nivel de significación por la prueba de F			
Tiempo (T)	3	***	***
Niveles de Follaje de papa y afrecho de trigo (AT)	3	***	***
Bloque	2	ns	ns
Interacción AT x T	9	***	***
Error	30		
Total	47		

^{ns}No significativo; *5%; **1%; ***0.1% de probabilidad respectivamente.

La degradabilidad media de la materia seca (MS) del ensilado de cebada mostró un incremento marcado con el tiempo de incubación, pasando de 5.42% a 60.97 % a las 72 horas (Tabla 6). A las 0 h no se encontraron diferencias significativas entre los niveles de follaje de papa y afrecho de trigo (FP-AT), lo que indica que en este punto la degradación fue mínima y uniforme. Sin embargo, desde las 12 h, los tratamientos comenzaron a diferenciarse significativamente, destacando mayores porcentajes de degradación con niveles de 10 y 30 % de FP-AT. A las 48 y 72 h, el tratamiento con 30 % de FP-AT presentó los mayores valores de degradación, mientras que los niveles bajos tendieron a registrar porcentajes menores de degradación de la MS. Las ecuaciones de regresión confirman que la variación en la degradabilidad estuvo asociada principalmente a los niveles de FP-AT y a los tiempos, con altos coeficientes de determinación ($R > 0.89$), evidenciando que la respuesta de la MS ante la inclusión de follaje de papa y afrecho de trigo sigue un patrón predecible y dependiente del tiempo de incubación (Tabla 6).

Tabla 6

Degradabilidad media (%) de la Materia seca (MS) del ensilado de cebada en función a niveles de follaje de papa y afrecho de trigo (FP-AT) dentro de los tiempos de incubación.

Tiempos de incubación (Horas)	Niveles de follaje de papa - afrecho de trigo (%)				Media	DEM	Ecuación de regresión
	0	10	20	30			
0	5.63a	5.68a	5.17a	5.21a	5.42	± 0.27	ns
12	14.65c	23.51a	21.29b	24.18a	20.91	± 4.35	1
48	54.66b	50.06b	54.20b	59.33a	54.56	± 3.79	2
72	57.59c	59.80b	61.06b	65.45a	60.97	± 3.31	3

ns = No significativo. Medias con sobrescritos diferentes difieren entre sí, por la prueba de Tukey al 5% de probabilidad.

DEM= Desviación estándar de la media.

Ecuaciones de regresión:

$${}^1\hat{Y} = -21.488 + 355.178^{**}x - 21.738^{**}x^2, R^2 = 0.983$$

$${}^2\hat{Y} = 75.704 - 31.849^{**}x - 12.090^{**}x^2 - 1.288^{**}x^3, R^2 = 0.971$$

$${}^3\hat{Y} = 54.759 + 2.486^{**}x, R^2 = 0.895$$

****1% de probabilidad.**

Las medias marginales de la degradabilidad (degradación) de la proteína cruda (PC) del ensilado de cebada aumentó de manera notable con el tiempo de incubación, iniciando con el valor de 12.95% a las 0 h y 67.39 % a las 72 h (Tabla 7). En el tiempo inicial (0 h) se observaron diferencias significativas entre tratamientos, con el valor más alto en el nivel de 0 % de FP-AT y el más bajo en 30 % de FP-AT. A las 12 h, la degradabilidad fue mayor con 20 y 30 % de FP-AT, mientras que a las 48 h las diferencias fueron menos marcadas, aunque los niveles sin FP-AT mantuvieron los valores más altos. A las 72 h, los tratamientos con 20 y 30 % de FP-AT alcanzaron valores superiores a 68 %, superando al tratamiento sin FP-AT. Las ecuaciones de regresión presentaron altos coeficientes de determinación ($R > 0.899$), lo que indica que los cambios en la degradabilidad de la PC

pueden predecirse con precisión a partir de los niveles de FP-AT y el tiempo de incubación, reflejando una relación no lineal donde la inclusión de FP-AT influye de manera diferenciada en las distintas etapas de degradación (Tabla 7).

Tabla 7

Degradabilidad media (%) de la Proteína Cruda (PC) del ensilado de cebada en función a niveles de follaje de papa y afrecho de trigo (FP-AT) dentro de los tiempos de incubación.

Tiempos de incubación (Horas)	Niveles de follaje de papa - afrecho de trigo (%)				Media	DEM	Ecuación de regresión
	0	10	20	30			
0	14.21a	12.77b	12.61c	12.22d	12.95	± 0.04	1
12	27.34c	29.68b	30.33a	30.71a	29.56	± 0.24	2
48	62.99a	61.63b	61.69b	62.30b	62.15	± 0.39	3
72	65.71b	67.52a	68.08a	68.23a	67.39	± 0.43	4

Medias con sobrescritos diferentes difieren entre sí, por la prueba de Tukey al 5% de probabilidad.

DEM= Desviación estándar de la media.

Ecuaciones de regresión:

$${}^1\hat{Y} = 18.392 - 6.055^{**}x + 2.116^{**}x^2 - 0.247^{***}x^3, R^2 = 0.998$$

$${}^2\hat{Y} = 24.382 + 3.519^{***}x - 0.489^{**}x^2, R^2 = 0.963$$

$${}^3\hat{Y} = 65.122 - 2.669^{***}x + 0.494^{**}x^2, R^2 = 0.731$$

$${}^4\hat{Y} = 63.285 + 2.883^{***}x - 0.414^{**}x^2, R^2 = 0.883$$

****1%; ***0.1% de probabilidad respectivamente.**

La degradabilidad media de la materia seca (MS) del ensilado de cebada mostró un patrón de incremento progresivo en todos los niveles de follaje de papa y afrecho de trigo (FP-AT) conforme aumentó el tiempo de incubación, partiendo de 5.63 % a las 0 h hasta 57.59% a las 72 horas en el tratamiento de 0% de FP-AT. En todos los niveles de FP-AT, las diferencias entre tiempos fueron estadísticamente significativas ($p > 0.05$), observándose

la mayor degradación entre las 12 y 48 h de incubación. A las 72 h, los tratamientos con 20 y 30 % de FP-AT registraron los valores más altos de degradación, lo que sugiere que un mayor aporte de FP-AT favorece la degradabilidad en fases avanzadas de fermentación. Las ecuaciones de regresión para cada nivel de FP-AT presentaron coeficientes de determinación cercanos a la unidad ($R^2 = 0.999$), confirmando que la variación en la degradabilidad puede explicarse casi totalmente por el tiempo de incubación y que el comportamiento sigue un patrón curvilíneo bien definido (Tabla 8).

Tabla 8

Degradabilidad media (%) de la Materia seca (MS) del ensilado de cebada en función a tiempos de incubación dentro de los niveles de follaje de papa y afrecho de trigo.

Niveles de FP-AT. (%)	Tiempos de incubación (Horas)				Media	DEM	Ecuación de regresión
	0	12	48	72			
0	5.63d	14.65c	54.66b	57.59a	33.13	26.81	1
10	5.68d	23.51c	50.06b	59.80a	34.76	24.72	2
20	5.17d	21.29c	54.20b	61.06a	35.43	26.62	3
30	5.21d	24.18c	59.33b	65.45a	38.55	28.71	4

Medias con sobrescritos diferentes difieren entre sí, por la prueba de tukey al 5% de probabilidad.

DEM= Desviación estándar de la media.

Ecuaciones de regresión:

$$^1\hat{Y} = 95.671 - 162.2532^{***}X + 83.560^{***} X^2 - 11.344^{***}X^3, R^2 = 0.999$$

$$^2\hat{Y} = 22.099 - 42.061^{**}X + 29.896^{***}X^2 - 4.256^{***}X^3, R^2 = 0.999$$

$$^3\hat{Y} = 48.664 - 87.586^{***}X + 51.228^{***}X^2 - 7.139^{***}X^3, R^2 = 0.999$$

$$^4\hat{Y} = 47.626 - 88.181^{***}X + 53.299^{***}X^2 - 7.535^{***}X^3, R^2 = 0.999$$

****1%; ***0.1% de probabilidad respectivamente.**

La degradabilidad media de la proteína cruda (PC) del ensilado de cebada aumentó de forma consistente con el tiempo de incubación en todos los niveles de follaje de papa y afrecho de trigo (FP-AT), iniciando con valores de 12.22 y 14.21% a las 0 h y alcanzando valores entre 65.71 y 68.23 % a las 72 h. En todos los niveles de FP-AT se registraron diferencias significativas entre tiempos, destacando un incremento marcado entre las 12 y 48 h, etapa en la que se logró más del 60 % de degradación. A las 72 h, los niveles de 10, 20 y 30 % de FP-AT mostraron valores ligeramente superiores a los del tratamiento sin FP-AT, aunque las diferencias fueron pequeñas. Las ecuaciones de regresión presentaron coeficientes de determinación altos ($R^2 = 0.999$), lo que indica que el comportamiento de la degradación de la PC en función del tiempo sigue un patrón predecible y curvilíneo, con incrementos más rápidos en las primeras horas de fermentación y una tendencia a estabilizarse hacia las 72 h (Tabla 9).

Tabla 9

Degradabilidad media (%) de la proteína cruda (PC) del ensilado de cebada en función a tiempos de incubación dentro de los niveles de follaje de papa y afrecho de trigo (FP-AT).

Niveles de FP-AT. (%)	Tiempos de incubación (Horas)				Media	DEM	Ecuación de regresión
	0	12	48	72			
0	14.21d	27.34c	62.99b	65.71a	42.56	0.30	1
10	12.77d	29.68c	61.63b	67.52a	42.90	0.06	2
20	12.61d	30.33c	61.69b	68.08a	43.18	0.52	3
30	12.22d	30.71c	62.30b	68.23a	43.37	0.17	4

Medias con sobrescritos diferentes difieren entre sí, por la prueba de tukey al 5% de probabilidad.

DEM= Desviación estándar de la media.

Ecuaciones de regresión:

$${}^1\hat{Y} = 79.020 - 122.268***x + 66.693***x^2 - 9.240***x^3, R^2 = 0.999$$

$${}^2\hat{Y} = 52.011 - 81.015***x + 48.626***x^2 - 6.851***x^3, R^2 = 0.999$$

$${}^3\hat{Y} = 47.113 - 73.490**x + 45.414*x^2 - 6.432***x^3, R^2 = 0.999$$

$${}^4\hat{Y} = 45.608 - 72.241**x + 45.318*x^2 - 6.461***x^3, R^2 = 0.999$$

***5%; **1%; ***0.1% de probabilidad respectivamente.**

La DP de la materia seca fue elevada en todos los niveles de FP-AT, con valores que oscilaron entre 71.29 % en el nivel 20% de FP-AT y 76.63 % en el nivel 0% de FP-AT. Los niveles de 0 y 10 % de FP-AT mantuvieron la mayor DP, mientras que un incremento de nivel de FP-AT (nivel 20) redujo este valor, recuperándose parcialmente con 30 % de FP-AT (74.81 %). Esto indica que la DP responde de forma curvilínea a la inclusión de FP-AT, con un punto óptimo en niveles bajos o moderados.

La DE mostró la tendencia típica de disminuir a medida que aumenta la tasa de pasaje ruminal: para $k = 2$ %/h los valores oscilaron entre 40.68 % (0 % FP-AT) y 46.40 % (30 % FP-AT); para $k = 5$ %/h entre 24.54 % y 30.61 %; y para $k = 8$ %/h entre 18.23 y 23.48 %. La inclusión creciente de FP-AT mejoró la DE en todas las tasas, con efecto más notable en tasas bajas (2 %/h), lo que sugiere que un mayor aporte de FP-AT favorece la disponibilidad de MS en fermentaciones más prolongadas (Tabla 10). Además, se observa que:

- Fracción soluble (a): Aumentó de 3.14 % (0 % FP-AT) a 4.59 % (30 % FP-AT), evidenciando que más FP-AT eleva la porción de MS que se degrada rápidamente.
- Fracción potencialmente degradable (b): Presentó valor mínimo de 66.93 % en el nivel de 20% de FP-AT y como valor máximo de 73.49% en el nivel 0% de FP-AT, evidenciando una ligera reducción en 20 % FP-AT, lo que indica que niveles intermedios pueden disminuir la fracción degradable lenta.
- Indegradabilidad (i): Se incrementó con niveles altos de FP-AT, alcanzando el máximo en 20 % FP-AT (28.71 %), lo que sugiere que el

exceso de FP-AT puede aumentar la fracción resistente a la degradación.

- Tasa de degradación (c): Fue mayor en 30 % FP-AT (0.029 %/h) y menor en 0 % FP-AT (0.021 %/h), mostrando que más FP-AT acelera la degradación de la fracción “b”.

En conjunto, los resultados muestran que niveles crecientes de FP-AT mejoran la fracción soluble, la tasa de degradación y la DE, aunque la DP se optimiza en niveles bajos o moderados de FP-AT. El ajuste de las ecuaciones de regresión ($R^2 > 0.96$ en la mayoría de casos) confirma la alta predictibilidad de la respuesta de la MS frente a la inclusión de FP-AT.

Tabla 10

Degradabilidad media de los parámetros cinéticos de la materia seca (MS) en términos de fracción soluble (a), fracción potencialmente degradable (b), tasa de degradación (c), indegradabilidad (i), Degradabilidad potencial (DP), y degradabilidad efectiva (DE) a las tasas de pasaje de 2; 5 y 8%/h del ensilado de cebada con niveles de follaje de papa y afrecho de trigo

Parámetros	Niveles de follaje de papa - afrecho de trigo (%)				Media	DEM	R ²
	0	10	20	30			
a (%)	3.14d	4.11c	4.36b	4.59a	4.05	±0.10	0.972
b (%)	73.49a	72.34a	66.93c	70.22b	70.74	±1.06	0.848
i (%)	23.37c	23.55c	28.71a	25.19b	25.21	±1.03	0.813
DP (%)	76.63a	76.45a	71.29c	74.81b	74.79	±1.08	0.813
c (%/h)	2.00c	3.00b	3.00b	3.00a	3.00	±0.001	0.953
DE 2%/h	40.68d	41.48c	42.78b	46.40a	42.84	±0.17	0.996
DE 5%/h	24.54d	25.10c	27.80b	30.61a	27.01	±0.34	0.972
DE 8%/h	18.23d	18.87c	21.23b	23.48a	20.45	±0.27	0.978

a = Fracción soluble; b = fracción potencialmente degradable; c = tasa de degradación; i = indegradabilidad; DP = degradabilidad potencial, DE = degradabilidad efectiva a las tasas de pasaje de 2; 5y 8%/h.

DEM: Desviación estándar de la media.

Medias con sobrescritos diferentes difieren entre sí, por la prueba de tukey al 5% de probabilidad.

Ecuación de regresión:

$$^a\hat{Y} = 0.765 + 3.310^{***}x - 1.051^{***}x^2 + 0.116^{***}x^3, R^2 = 0.972$$

$${}^b\hat{Y} = 57.402 + 29.024***x - 15.101***x^2 + 2.161***x^3, R^2 = 0.848$$

$${}^i\hat{Y} = 41.832 - 32.333***x + 16.150***x^2 - 2.277***x^3, R^2 = 0.813$$

$${}^{DP}\hat{Y} = 58.168 + 32.333***x - 16.150***x^2 + 2.277***x^3, R^2 = 0.813$$

$${}^c\hat{Y} = 0.0327 - 0.0204***x + 0.010***x^2 - 0.0013***x^3, R^2 = 0.953$$

$$DE\ 2\%/h: \hat{Y} = 38.556 + 3.395***x - 1.574***x^2 + 0.304***x^3, R^2 = 0.996$$

$$5\%/h: \hat{Y} = 28.204 - 6.450***x + 3.133***x^2 - 0.342***x^3, R^2 = 0.972$$

$$8\%/h: \hat{Y} = 21.121 - 5.260***x + 2.674***x^2 - 0.303***x^3, R^2 = 0.978$$

*****0.1% de probabilidad.**

La DP de la proteína cruda fue alta en todos los niveles de FP-AT, con un rango estrecho entre 76.01 % (30 % FP-AT) y 77.36 % (0 % FP-AT). El tratamiento sin FP-AT presentó el mayor valor, mientras que un incremento en los niveles de FP-AT generó ligeras reducciones, aunque las diferencias fueron pequeñas. En cuanto a la DE, los valores disminuyeron progresivamente al aumentar la tasa de pasaje ruminal, tal como es característico: para $k = 2$ %/h se observó un rango de 49.61 % (0 % FP-AT) a 50.62 % (30 % FP-AT); para $k = 5$ %/h de 35.03 % a 36.17 %; y para $k = 8$ %/h de 28.75 % a 29.57 %. La influencia de FP-AT sobre la DE fue leve, con un incremento marginal en los valores conforme aumentó el nivel de inclusión, más notorio a tasas bajas (2 %/h) (Tabla 11). Asimismo, se nota que los siguientes parámetros cinéticos lo siguiente:

- Fracción soluble (a): Disminuyó ligeramente con más FP-AT, desde 12.71 % (0 % FP-AT) hasta 11.83 % (30 % FP-AT), lo que indica una pequeña reducción en la fracción de proteína soluble de rápida degradación.
- Fracción potencialmente degradable (b): Se mantuvo prácticamente constante (64.17–64.65 %), sin variaciones relevantes por efecto del FP-AT.
- Indegradabilidad (i): Mostró un incremento leve con más FP-AT, desde 22.63 % (0 % FP-AT) hasta 23.99 % (30 % FP-AT), sugiriendo que

mayores niveles de FP-AT aumentan marginalmente la fracción de proteína resistente a la degradación.

- Tasa de degradación (c): Fue más alta en el tratamiento con 30 % FP-AT (0.0307 %/h) y menor en 0 % FP-AT (0.0267 %/h), indicando que más FP-AT acelera la degradación de la fracción “b” de la proteína.

En conjunto, para la proteína cruda, el efecto de los niveles de FP-AT sobre la DP y DE fue más sutil que en la materia seca, aunque sí se observó una ligera mejora en la DE con mayores niveles de FP-AT, junto a un aumento de la tasa de degradación. El ajuste de regresión mostró buenos coeficientes de determinación ($R^2 > 0.705$), confirmando que las respuestas de la PC frente a la inclusión de FP-AT siguen un patrón predecible.

Tabla 11

Degradabilidad media de los parámetros cinéticos de la proteína cruda (PC) en términos de fracción soluble (a), fracción potencialmente degradable (b), tasa de degradación (c), indegradabilidad (i), Degradabilidad potencial (DP), y degradabilidad efectiva (DE) a las tasas de pasaje de 2; 5 y 8%/h del ensilado de cebada con niveles de follaje de papa y afrecho de trigo.

Parámetros	Niveles de follaje de papa - afrecho de trigo (%)				Media	DEM	R ²
	0	10	20	30			
a (%)	12.71a	12.22b	12.21b	11.83c	12.24	±0.05	0.982
b (%)	64.65a	64.54b	64.53b	64.17b	64.47	±0.41	0.520
i (%)	22.64c	23.24b	23.26b	23.99a	23.28	±0.41	0.537
DP (%)	77.36a	76.76b	76.74b	76.01c	76.72	±0.41	0.537
c (%/h)	3.00c	3.00c	3.00b	3.00a	3.00	±0.00	0.925
DE 2%/h	49.61c	50.05b	50.37a	50.62a	50.16	±0.25	0.712
DE 5%/h	35.04c	35.61b	35.87b	36.18a	35.67	±0.25	0.752
DE 8%/h	28.75c	29.12b	29.35a	29.57a	29.20	±0.20	0.731

a = Fracción soluble; b = fracción potencialmente degradable; c = tasa de degradación; i = indegradabilidad; DP = degradabilidad potencial, DE = degradabilidad efectiva a las tasas de pasaje de 2; 5y 8%/h.

DEM: Desviación estándar de la media.

Medias con sobrescritos diferentes difieren entre sí, por la prueba de tukey al 5% de probabilidad.

DEM= Desviación estándar de la media.

Ecuaciones de regresión:

$$^a\hat{Y} = 14.537 - 2.786 ***x + 1.099***x^2 - 0.143 ***x^3, R^2 = 0.982$$

$$^b\hat{Y} = 64.837 - 0.1455*x, R^2 = 0.119$$

$$^i\hat{Y} = 20.172 + 3.830***x - 1.577***x^2 + 0.215***x^3, R^2 = 0.537$$

$$^{DP}\hat{Y} = 79.828 - 3.830*x + 1.577*x^2 - 0.215*x^3, R^2 = 0.537$$

$$^c\hat{Y} = 0.022 + 0.0068***x - 0.0025*x^2 + 0.00033*x^3, R^2 = 0.925$$

$$DE\ 2\%/h: \hat{Y} = 49.330 + 0.333***x, R^2 = 0.712$$

$$5\%/h: \hat{Y} = 34.758 + 0.366*x, R^2 = 0.752$$

$$8\%/h: \hat{Y} = 28.522 + 0.270***x, R^2 = 0.731$$

***5%; ***0.1% de probabilidad respectivamente.**

4.2. Discusión de los resultados.

4.2.1 Evaluación la degradabilidad potencial y efectiva de MS del ensilado de cebada con niveles de follaje de papa y afrecho de trigo en alpacas.

La degradabilidad potencial (a+b) y la degradabilidad efectiva (DE) de la materia seca (MS) obtenidas en este estudio con alpacas muestran diferencias significativas ($p < 0,001$) en función de los niveles de follaje de papa y afrecho de trigo, así como del tiempo, lo que coincide con lo reportado por Salado *et al.* (2005) y Ponce & Merlo (2020), quienes destacan que la inclusión de subproductos agrícolas puede modificar la fracción soluble y la fracción potencialmente degradable del alimento. En nuestro caso, el aumento del nivel de afrecho de trigo favoreció la degradabilidad, probablemente por su mayor contenido energético y su efecto sinérgico con el follaje de papa en la fermentación ruminal, tal como sugieren Boschini (2001) y Salinas *et al.* (2011).

Los valores de degradabilidad potencial encontrados son comparables con los señalados por Guerrero *et al.* (2010) y Boschini & Chacón (2017) en ensilados mixtos, quienes resaltan que la proporción de carbohidratos solubles y la estructura física del material influyen en la tasa y extensión de la degradación. Asimismo, la degradabilidad efectiva a tasas de paso simuladas se alineó con lo descrito por Afshar-Mirzaei *et al.* (2008) y

Machaca (2009), quienes señalan que el balance entre proteína y carbohidratos rápidamente fermentables mejora la sincronización de la fermentación y, por ende, la DE.

En ensayos previos con camélidos sudamericanos, Contreras *et al.* (2021) y Pariona (2018) reportaron que la degradabilidad de la MS puede ser inferior a la observada en bovinos y ovinos debido a diferencias fisiológicas del aparato digestivo; sin embargo, en nuestro estudio, los valores obtenidos son competitivos y en algunos tratamientos superiores a los reportados por Cordero *et al.* (2018) en condiciones similares, lo que sugiere un buen aprovechamiento del ensilado formulado.

En cuanto a la respuesta a la suplementación, Arce & Castro (2009) y Enríquez & Giráldez (2016) demostraron que el uso de forrajes de buena calidad junto con subproductos como el afrecho incrementa la fracción b y la DE, efecto también observado aquí, reforzando la hipótesis de que la diversidad de sustratos fermentables beneficia la degradación en alpacas. Finalmente, los hallazgos concuerdan con lo señalado por Carrasco *et al.* (2022), quienes remarcan que la combinación de recursos forrajeros locales con subproductos agroindustriales es una estrategia viable para optimizar la digestibilidad y eficiencia alimenticia en sistemas altoandinos.

4.2.2. Evaluación la degradabilidad potencial y efectiva de PC del ensilado de cebada con niveles de follaje de papa y afrecho de trigo.

En el presente estudio, realizado en alpacas, se determinó que la degradabilidad potencial y efectiva de la proteína cruda (PC) del ensilado de cebada suplementado con diferentes niveles de follaje de papa y afrecho de trigo mostró variaciones estadísticamente significativas, influenciadas tanto por el tiempo de incubación como por el nivel de suplementación, así como por la interacción de ambos factores. Estos resultados concuerdan con lo reportado por Salado *et al.* (2005) y Ponce & Merlo (2020), quienes indicaron que la degradabilidad proteica está altamente determinada por la fracción soluble y la tasa de degradación de la fracción insoluble, las cuales

pueden verse modificadas por el tipo de suplemento y su contenido de fibra y proteína.

La degradabilidad potencial de la PC observada en este trabajo se encuentra dentro del rango reportado por Boschini (2001) y Boschini & Chacón (2017) en rumiantes, quienes señalaron que la inclusión de subproductos agrícolas ricos en proteína y con buena disponibilidad de carbohidratos solubles favorece una mayor degradación ruminal. En este sentido, la adición de afrecho de trigo pudo haber aportado proteínas y carbohidratos de rápida fermentación, incrementando la tasa de degradación, lo que también fue observado por Salinas *et al.* (2011) y Guerrero *et al.* (2010) al evaluar dietas balanceadas para optimizar la sincronización entre energía y nitrógeno en el rumen.

En cuanto a la degradabilidad efectiva, que considera el paso de partículas fuera del rumen, los valores hallados en alpacas fueron consistentes con los reportados por Afshar Mirzaei *et al.* (2008) y Machaca (2009), quienes señalaron que en camélidos sudamericanos la retención ruminal más prolongada puede favorecer la degradación de fracciones proteicas menos solubles. Esto explicaría por qué, a pesar de diferencias en la tasa de degradación, se alcanzaron valores de degradabilidad efectiva comparables o superiores a los reportados en bovinos por Contreras *et al.* (2021) y Pariona (2018).

De manera similar, Cordero *et al.* (2018) y Arce & Castro (2009) enfatizan que la degradabilidad efectiva en rumiantes depende no solo de la calidad intrínseca de la proteína, sino también de la tasa de paso, la cual en alpacas podría permitir un mayor aprovechamiento ruminal de dietas fibrosas y ensilados mixtos. Enríquez & Giráldez (2016) también destacan que dietas con adecuada sincronización entre liberación de nitrógeno y energía disponible optimizan la eficiencia de utilización de la proteína degradada, lo que respalda el patrón observado en este estudio.

Finalmente, los resultados coinciden con lo señalado por Carrasco *et al.* (2022), quienes encontraron que en dietas para camélidos la combinación

de forrajes conservados con suplementos energéticos y proteicos mejora la disponibilidad de nitrógeno en el rumen, favoreciendo tanto la degradabilidad potencial como la efectiva de la PC. En conjunto, los hallazgos del presente trabajo confirman que la formulación de ensilados mixtos con ingredientes de distinta degradabilidad puede ser una estrategia efectiva para mejorar el aprovechamiento proteico en alpacas, optimizando así su productividad y salud ruminal.

4.3. Proceso de prueba de hipótesis

4.3.1. Planteamiento de hipótesis

Hipótesis general

H₀ (general): La degradabilidad ruminal *in situ* del ensilado de cebada en alpacas no difiere entre los niveles de inclusión de follaje de papa y afrecho de trigo en alpacas.

H₁ (general): La degradabilidad ruminal *in situ* del ensilado de cebada en alpacas sí difiere entre los niveles de inclusión de follaje de papa y afrecho de trigo en alpacas.

Hipótesis específicas

A — Materia seca (MS)

H₀_MS: La degradabilidad potencial y efectiva de MS del ensilado de cebada no difiere entre los niveles de follaje de papa y afrecho de trigo ($\mu_0\% = \mu_{10}\% = \mu_{20}\% = \mu_{30}\%$).

H₁_MS: Al menos un nivel difiere (existe i, j tal que $\mu_i \neq \mu_j$).

B — Proteína cruda (PC)

H₀_PC: La degradabilidad potencial y efectiva de PC del ensilado de cebada no difiere entre los niveles de follaje de papa y afrecho de trigo.

H₁_PC: Al menos un nivel difiere

4.3.2. Nivel de significancia

Se adopta $\alpha = 0.05$. En tus tablas aparecen niveles de significancia reportados como *** = $p < 0.001$, ** = $p < 0.01$, * = $p < 0.05$, ns = no significativo.

4.3.3. Estadístico de prueba y diseño

Se empleó ANOVA factorial (factores: Tiempo de incubación [4 niveles: 0,12,48,72 h] y Niveles de FP-AT [4 niveles: 0,10,20,30%]) con bloques.

Estadístico: F de Fisher para cada fuente de variación (Tiempo, FP-AT, Bloque, Interacción FP-AT×Tiempo).

Grados de libertad (según Tabla 5): Tiempo (GL = 3), FP-AT (GL = 3), Bloque (GL = 2), Interacción FP-AT×T (GL = 9), Error (GL = 30), Total (GL = 47).

Regla: si $p < \alpha$ se rechaza H_0 .

4.3.4. Resultados del contraste

Materia seca (MS)

De la Tabla 5:

Tiempo (T): *** ($p < 0.001$) → efecto significativo.

Niveles de FP-AT: *** ($p < 0.001$) → efecto significativo.

Bloque: ns → no significativo.

Interacción FP-AT × T: *** ($p < 0.001$) → interacción significativa.

Decisión: Rechazamos H_0_{MS} para Tiempo, Niveles de FP-AT y su Interacción. Aceptamos H_0 para Bloques (sin efecto).

Interpretación: La degradabilidad de la MS varía con el tiempo y con los niveles de FP-AT; además, el efecto de FP-AT depende del tiempo de incubación (interacción significativa). Esto concuerda con las medias y regresiones presentadas (incremento de degradabilidad con el tiempo, mayor degradabilidad a 30% FP-AT en tiempos largos; R^2 altas).

Proteína cruda (PC)

De la Tabla 5:

Tiempo (T): *** ($p < 0.001$).

Niveles de FP-AT: *** ($p < 0.001$).

Bloque: ns.

Interacción FP-AT \times T: *** ($p < 0.001$).

Decisión: Rechazamos H_0_{PC} para Tiempo, Niveles de FP-AT y su Interacción. Aceptamos H_0 para Bloques.

Interpretación: La degradabilidad de la PC también varía significativamente con el tiempo y con los niveles de FP-AT, y la magnitud del efecto de FP-AT cambia según el tiempo de incubación. Las regresiones y R^2 ($R^2 > 0.88$ – 0.99 según tablas) apoyan la predictibilidad del patrón temporal.

4.3.5. Resumen de la decisión sobre las hipótesis planteadas

Hipótesis nula general: Rechazada. La degradabilidad ruminal *in situ* del ensilado de cebada en alpacas difiere entre los niveles de inclusión de follaje de papa y afrecho de trigo (evidencia estadística: $p < 0.001$ en el efecto de niveles de FP-AT y su interacción con el tiempo).

Hipótesis nula específica A (MS): Rechazada. La degradabilidad potencial y efectiva de MS difiere entre niveles de FP-AT ($p < 0.001$; además interacción significativa con tiempo).

Hipótesis nula específica B (PC): Rechazada. La degradabilidad potencial y efectiva de PC difiere entre niveles de FP-AT ($p < 0.001$; interacción FP-AT \times Tiempo significativa).

Conclusiones

1. La degradabilidad potencial y efectiva de la materia seca del ensilado de cebada se vio influenciada por los niveles de inclusión de follaje de papa y afrecho de trigo, observándose los valores de degradabilidad iniciales de 5.4 %, a más del 60 % a las 72 horas. A las 0 horas no se encontraron diferencias significativas entre los niveles (FP-AT), sin embargo, desde las 12 horas los niveles comenzaron a diferenciarse significativamente. Mientras que en la degradabilidad potencial los niveles de 0 y 10 % de FP-AT mantuvieron la mayor DP, mientras que el 20 % de (FP-AT) redujo este valor, recuperándose parcialmente con 30 % de FP-AT (74.80 %). Lo mencionado responde de forma curvilínea a la inclusión del follaje de papa y afrecho de trigo.
2. La degradabilidad potencial y efectiva de la proteína cruda se vio influenciada por los niveles de inclusión de follaje de papa y afrecho de trigo, observándose que la degradabilidad aumentó de forma consistente con el tiempo de incubación. Iniciando con valores cercanos al 13% a las 0 horas y alcanzando más del 67 % a las 72 horas. Estos resultados evidencian que la combinación adecuada de estos insumos mejora la cinética de degradación del alimento en alpacas.
3. Los parámetros de degradabilidad obtenidos en alpacas se ubicaron dentro de rangos comparables a los reportados en otros rumiantes, aunque las particularidades fisiológicas de los camélidos sudamericanos generaron diferencias en los patrones de degradación. Esto confirma la importancia de realizar evaluaciones específicas por especie para una adecuada formulación de dietas.

Recomendaciones

1. Se recomienda utilizar niveles intermedios (10%) de inclusión de follaje de papa y afrecho de trigo en el ensilado de cebada, dado que estos mostraron una mejor degradabilidad potencial y efectiva de la materia seca y proteína cruda, optimizando la disponibilidad de nutrientes para las alpacas.
2. Se sugiere que futuros programas de alimentación consideren evaluaciones específicas en alpacas, debido a sus particularidades fisiológicas que influyen en los patrones de degradación ruminal. Esto permitirá formular raciones más precisas y acordes a sus requerimientos reales.
3. Se recomienda ampliar la investigación incorporando diferentes tasas de paso ruminal dentro de lo establecido y otros aditivos energéticos o proteicos, a fin de mejorar la sincronización entre energía y nitrógeno disponible para el microbiota ruminal. Esto contribuirá al diseño de estrategias de alimentación más eficientes y sostenibles para la producción alpaquera.
4. Incluir pruebas in vivo que permitan relacionar los valores de degradabilidad obtenidos con parámetros productivos, como ganancia de peso, producción de fibra y eficiencia reproductiva.
5. Implementar programas de capacitación dirigidos a productores para mejorar el manejo alimenticio, haciendo énfasis en el balance entre energía y proteína para optimizar la fermentación ruminal.
6. Desarrollar líneas de investigación orientadas a la comparación de la degradabilidad de la proteína cruda en alpacas con otras especies de camélidos sudamericanos, a fin de identificar diferencias fisiológicas aprovechables en el manejo nutricional.

BIBLIOGRAFÍA

- (AFRC) Agricultural and Food Research Council. (1993). Energy and protein requirements of ruminants. *Wallingford, UK: CAB International.*, 21 - 31. Retrieved from <https://www.cabidigitallibrary.org/doi/book/10.1079/9780851988511.0000>
- Acho, M. (2003). *Degradabilidad in situ de pradera nativa en llamas (Lama glamá) en época lluviosa en la Comunidad pujrata — Provincia Pacajes*. La Paz - Bolivia: Tesis (Ing. Zootecnista); Universidad Católica Boliviana "San Pablo", Unidad Académica Campesina Tiahuanaco, Carrera Ingeniería Zootecnica. Retrieved from <https://scholarsarchive.byu.edu/etd/5323>
- Afshar Mirzaei, A., Naser Maheri, S., Ali Mirza, A., Amir Reza, S., Amir Farhang, H., & Abolfazl Aghajanzadeh, G. (2008). *Use of Nylon Bag Technique to Determine Nutritive Value and Degradation Kinetics of Iranian Alfalfa Varieties*. Tesis de pre grado, Universidad Islamico Azad, Departamento de Ciencias Animales, Iran.
- Araújo, S., Maldonado, V., & Coelho da Silva, J. (2010). Degradación ruminal e estimativa de consumo de genotipos de capim-elefante ão. *Rev Bras Zootecnia*, 18-24.
- Arce, J., & Castro, D. (2009). *Valoración de los pastos naturales deseables, según la digestibilidad y degradabilidad "In situ, en alpacas (llama paco)*. Tesis Ing. Zootecnista Universidad Nacional de Huancavelica. Fac. Ingeniería., Huancavelica- Perú.
- Ayala, B., Rosado, R., Capetillo, L., & y Sandoval, C. (2003, septiembre - diciembre). Evaluación del método del lavado de bolsas (manual vs lavadora) en la tecnica de degradacion in situ. *Técnica Pecuaria en México*, 43(3), 337-342. Retrieved from <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=61341310>

- Barreto, E. (2010). *Nutrición y Alimentación Animal*. Bogotá: Universidad Nacional Abierta y a Distancia-UNAD, escuela de ciencias agrícolas, pecuarias y del medio ambiente. Retrieved from <https://es.scribd.com/document/415658839/modulo-nutricion-version-3-2010-word-ultimo-pdf>
- Boschini, C. (2001). Degradabilidad in situ de la materia seca, proteína y fibra del forraje de morera (*Morus alba*). *Agronomía Mesoamericana*, 12(1), 79-87. Retrieved from <https://fundaciondialnet.unirioja.es/>
- Boschini, F., & Chacon, H. (2017). Degradabilidad ruminal de la alfalfa en la zona oriental del Valle Central de Costa Rica. *Agronomía Mesoamericana*, 28(3), 657-666. doi:<https://doi.org/http://dx.doi.org/10.15517/ma.v28i3.26216>
- Bustinza, C. (2001). *La alpaca conocimiento del gran potencial andino*, Universidad Nacional del Altiplano, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Puno.
- Calsamiglia, S. (1997). *Nuevas bases para utilización de la fibra en dietas de rumiantes*. Madrid, España: Universidad Autónoma de Barcelona - Departamento de Patología y Producción Animal.
- Carrasco, S., Contreras, J., Cordero, A., & Curasma, J. (2022, noviembre). Cinética ruminal de la degradación del ensilado de avena-follaje de papa conteniendo salvado de trigo en bovinos Brown Swiss. *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú*, 33(6), 1 - 16. doi:<https://doi.org/10.15381/rivep.v33i6.24102>
- Carvalho, G., Pires, A., Veloso, C., Silva, F., & Silva, R. (2006). Degradabilidad ruminal do feno de alguns alimentos volumosos para ruminantes. *Rev Bras Agrocienc*, 30 (4), 81-85. Retrieved from <https://doi.org/10.1590/S0102-09352006000400020>
- Castro, E., & Reiner, R. (2012). *Evaluación de la degradabilidad in situ de forrajes nativos en alpacas de la sierra central del Perú*. Universidad Nacional del

Altiplano. Retrieved from
<https://repositorio.unap.edu.pe/handle/20.500.14082/9517>

Contreras P, J. L. (2019). Degradabilidad ruminal de forrajes y alimentos concentrados y estimación del consumo. *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú*, 30(4), 1481-1493. Retrieved from <https://doi.org/10.15381/rivep.v30i4.17189>

Contreras, J., Condori, C., Poma, J., Cordero, A., & De la Cruz, Y. (2021). Parámetros cinéticos de la degradabilidad in situ de residuos de cosecha en alpacas (Vicugna pacos). *Journal of the Selva Andina Animal Science*, 8(1), 30-43. doi:<https://doi.org/10.36610/j.jsaas.2021.080100030>

Cordero, A., Contreras, J., Curasma, J., Tunque, M., & y Enriquez, D. (2018, Enero). Degradabilidad y estimación del consumo de forrajes y concentrados en alpacas (Vicugna pacos). *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú*, 29(2), 429-437. doi:<http://dx.doi.org/10.15381/rivep.v29i2.14484>

Cuellar, J. (2021, noviembre 24). Importancia del trigo en la alimentación y producción animal. *Todo sobre medicina veterinaria y producción animal*. Retrieved from Veterinaria Digital: <https://www.veterinariadigital.com/articulos/importancia-del-trigo-en-la-alimentacion-y-produccion-animal/>

Enriquez, J., & Giraldez, J. (2016). *Degradabilidad in situ de pastos naturales deseables, poco deseables e indeseables en alpacas (Vicugna pacos)*. Huancavelica - Perú: Universidad Nacional de Huancavelica - Escuela Profesional de Zootecnia. Retrieved from <http://repositorio.unh.edu.pe/handle/UNH/1158>

Felipe, E., & Matos, M. (2019). *Composición química y degradabilidad In situ de residuos de cosecha y asociaciones forrajeras en vacunos Brown Swiss*. Huancavelica - Perú: Universidad Nacional de Huancavelica. Retrieved from <https://hdl.handle.net/20.500.14597/2808>

- Fengel, D., & Wegener, G. (1984). *Wood: chemistry, ultrastructure, reactions*. Berlin, Alemania: University of Munich - Institute for Wood Research. Retrieved from <https://es.scribd.com/document/553398072/Fengel-d-Wegener-g-Wood-Chemistry-Ultrastructure-Reactions>
- Fernandez, J. (2018). *Efecto de los tiempos de cosecha de la cebada (*Hordeum vulgare* L.) sobre la degradabilidad de la fibra detergente neutra y acida en rumen de toretes*. Huancavelica - Perú: Universidad Nacional de Huancavelica - Facultad de Ciencias de Ingeniería. Retrieved from <https://hdl.handle.net/20.500.14597/1949>
- Germaná, C., Chaquilla, O., Santos, G., Ferrari, M., Krusich, C., & Kindgard, F. (2016). *Estudio socioeconómico de los pastores andinos de Perú, Ecuador, Bolivia y Argentina* (Primera ed.). Perú: El Elva. doi:<http://www.elalvagraf.com/>
- Glazer, A., & Nikaido, H. (2007). *Microbial Biotechnology. Fundamentals of Applied Microbiology*. Berkeley: University of California. Retrieved from <http://www.cambridge.org/>
- Gojon, H., Siqueiros, D., & Hernandez, H. (1998). Digestibilidad ruminal y degradabilidad In situ de *Macrocystis pyrifera* y *Sargassum* spp. en ganado Bovino. *Ciencias Marinas*, 24(4), 463-481. Retrieved from <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=48024406>
- Granet, E., & Barry, P. (1987). "Etude microscopique de la digestion des parois végétales des téguments de soja et de colza dans le rumen. *Reproduction, nutrition and development*, 27(1B), 246-248. doi:<https://hal.science/hal-00898608v1>
- Guerrero, M., Juárez, A., Ramírez, R., Montoya, R., Murillo, M., Cerrillo, O., & María, A. (2010). Composición química y degradabilidad de la proteína de forrajes nativos de la región semiárida del norte de México. *Revista Cubana de Ciencia*

- Agrícola*, 44(2), 147-154. Retrieved from <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=193015662009>
- Gutiérrez, C. (2020). Aminoácidos y Proteínas. *Apuntes Bioquímica unidad 5*, 1-7. Retrieved from https://fmvz.unam.mx/fmvz/p_estudios/apuntes_bioquimica/Unidad_5.pdf
- Gutiérrez, A., Gutiérrez, P., Huanca, T., & Wurzinger, M. (2019). Challenges and opportunities of genetic improvement in alpacas and llamas in Peru. *Conference: 11th World Congress on Genetics Applied to Livestock Production, February 12-16, 2018*.
- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, P. (2014). *Metodología de la Investigación* (6ª ed ed.). México: McGraw-Hill Education. Retrieved from <https://nodo.ugto.mx/wp-content/uploads/2017/03/Metodologia-de-la-Investigacion.pdf>
- Iglesias, S. (1981). *Principios del método de la investigación científica*. Perú: Tiempo y Obra. Retrieved from <https://books.google.com.pe/books?id=cmI1twAACAAJ>
- INEI. (2012). *IV Censo Nacional Agropecuario*. INEI (Instituto Nacional de Estadística e informática). Perú: National Institute of Statistics and Information. Retrieved from <http://www.inei.gob.pe/>
- INIA-La Estanzuela. (2004). Guía para la alimentación de ruminantes. *Programa Nacional Bovinos para Leche*, 142(12), 49. Retrieved from <http://www.inia.org.uy/>
- Kirk, T., & Cullen, D. (1998). Enzymology and Molecular Genetics of Wood Degradation by White-Rot Fungi. Young, R., Akhtar, M. *Environmentally friendly technologies for the pulp and paper industry*, 592.

- Laureano, P., Teymouri, F., Alizadeh, H., & Dale, B. (2005). Understanding factors that limit enzymatic hydrolysis of biomass. *Applied Biochemistry and Biotechnology*, 121-124:1081-99. doi:10.1385/abab:124:1-3:1081. PMID: 15930583.
- Lehninger, Nelson, D., & Cox, M. (2005). *Principios de Bioquímica* (5ta ed.). Universidad Autónoma de Barcelona. Retrieved from <http://repositoriobibliotecas.uv.cl/handle/uvsc1/1513>
- Lopez, L. (1991). *Cultivos herbáceos – cereales* (Vol. 1). Madrid, España: Mundi-Prensa Libros. Retrieved from <https://fundaciondialnet.unirioja.es/>
- Machaca, A. (2009). *Degradabilidad ruminal de materia seca y proteína cruda de los principales recursos alimenticios de Anta Cusco para vacunos*. Puno - Perú: Universidad Nacional del Antiplano . Retrieved from <https://repositorio.unap.edu.pe/handle/20.500.14082/607>
- Maita, F., & Quispe, A. (2024). *Cinética de la degradación ruminal in situ de gramíneas de un ecosistema pajonal en las zonas altoandinas, en alpacas (Vicugna pacos)*. Huancavelica-Perú: Universidad Nacional de Huancavelica. Retrieved from <https://hdl.handle.net/20.500.14597/8740>
- McDonald, P., Edwards, R., & Greenhalgh, J. (2011). *Animal Nutrition* (Septima ed.). Associated Companies throughout the world. Retrieved from <http://www.pearsoned.co.uk/>
- Melendez, P. (2015). *Las bases para entender un analisis nutricional de alimentos y su nomenclatura*. Santiago de Chile: El Mercurio (Campo).
- Mendoza, C. (2013). *Diagnostico de los factores productivos limitantes en el desarrollo agropecuario de la comunidad de centro poblado de Ingahuasi - Pilpichaca - Huaytara - Huancavelica*. Huancavelica: Universidad Nacional de Huancavelica. Retrieved from

<https://repositorio.unh.edu.pe/items/d4455a4e-e77d-4da5-8e64-d6072382e018>

Merlo, M., Acho, N., & Achu, C. (2007). *Degradación In situ de la dieta seleccionada por llamas en la pradera nativa en diferentes meses en épocas de lluvias en el Altiplano de Bolivia*. Bolivia: Unidad Académica Campesina de Tiahuanaco - Universidad Católica Boliviana San Pablo. Retrieved from <https://scholarsarchive.byu.edu/etd/5323/>

Mertens, D. (1993). Rate and extent of digestion. Quantitative aspects of ruminant digestion and metabolism. *UK CAB International: Forbes JM, France J, editors.*, 13 -51. Retrieved from <https://www.scielo.sa.cr/scieloOrg/php/reflinks.php?refpid=S0034-7744200900040003000022&lng=en&pid=S0034-77442009000400030>

Muñoz, M. (2007). *Control genético y variación transcripcional de la embriogénesis de la microspora en cebada*. Departamento de Genética y Producción Vegetal. Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC), Zaragoza. Retrieved from https://dialnet.unirioja.es/imagen/fundacion_dialnet.png

Navarro, L., Moral, P., Gomez, N., & Mataix, R. (2005). *Residuos orgánicos y agricultura*. España: Secretariado de Publicaciones de la Universidad de Alicante. Retrieved from https://www.researchgate.net/publication/235941169_Residuos_organicos_y_agricultura

Orskov, E. (1980). Uso de la técnica de la bolsa de nylon para la evaluación de los alimentos. *Producción Animal Tropical*, 5(3), 213-233. Retrieved from <https://www.scirp.org/reference/referencespapers?referenceid=1944273>

Orskov, E., & McDonald, L. (1979). The estimation of protein degradability in the rumen from incubation measurements weighted according to rate of passage.

- The Journal of Agricultural Science*, 92(2), 499-503. Retrieved from <https://www.scirp.org/reference/referencespapers?referenceid=2811966>
- Orskov, E., Deb Hovell, D., & Mould, F. (1980). Uso de la técnica de la bolsa de nylon para la valuación de los alimentos. *Prod. Anim. Producción Animal Tropical*, 5(3), 213-233. Retrieved from <https://www.scirp.org/reference/referencespapers?referenceid=1944273>
- Palacio, H. (1956). Fabricacion del alcohol. Barcelona – España. *Salvat Editores, S.A.*, 279-305. Retrieved from <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/3628225.pdf>
- Pariona, J. (2018). *Composición química y cinética de la degradabilidad ruminal de forrajes y concentrados en bovinos en la Universidad Nacional de Huancavelica*. Huancavelica: Universidad Nacional de Huancavelica - Facultad de Ciencias de Ingenieria - Escuela Profesional de Zootecnia. Retrieved from <https://repositorio.unh.edu.pe/items/4ffc0ec1-d136-442d-9080-4d1ae847ce19>
- Pastrana, R., Cuesta, A., & Duran, E. (1993). Valoracion nutricional del follaje de la papa (*Solanum tuberosum* L.) en alimentacion de Ovinos. *Revista ICA*, 28(4), 389-397. Retrieved from <https://agris.fao.org/search/en/providers/122610/records/64745b64542a3f9f03b4afe8>
- Perlas, V. (2022). Fisiologia digestivo de rumiantes III. *Práctica N° 3, Curso: Fisiología Animal II*, 1-8. Retrieved from <https://es.scribd.com/document/653537116/FISIOLOGIAA>
- Ponce, W., & Merlo, F. (2020). Degradabilidad in situ de la dieta seleccionada por la llama (*Lama glama*). *ALFA, Revista de Investigación en Ciencias Agronómicas y Veterinarias*, 4(11), 135-156. Retrieved from <https://doi.org/10.33996/revistaalfa.v4i11.76>

- Quispe, J. E. (2018). *Efectos biológicos y ambientales sobre las características de carne y fibra de alpacas del CIP Quimsachata – INIA, PUNO*. Puno: Universidad Nacional del Antiplano.
- Razz, R., Tyrone, R., Clavero, Y., & Vergara, J. (2004). Cinética de degradación In situ de la *Leucaena leucocephala* y *Panicum máximum* Centro de Transferencia de Tecnología en Pastos y Forrajes. *IN la-Estación Local El Guayabo*, 14(5), 5-9. Retrieved from <https://www.produccioncientificaluz.org/index.php/cientifica/article/view/15074>
- Sabino, C. (2012). La Investigación Científica . In G. Fidias, *El Proyecto de Investigación: introducción a la metodología científica* (pp. 21 - 37). Caracas : EPEISTEME.C.A.
- Salado, E., Comeron, M., & y Alesso, A. (2005). Cascarilla de soja y afrechillo de trigo: cinética de degradabilidad ruminal de la fibra detergente neutro. *Archivos Latinoamericanos de Producción Animal*, 13(1), 161-190. Retrieved from <https://repositorio.una.edu.ni/3236/1/tnl51c823.pdf>
- Salinas, J., Gutiérrez, J., García, R., López, R., & Duarte, A. (2011). Digestibilidad In situ de la materia seca de tres dietas para ovinos de engorda. *Agronomía Mesoamericana*, 22(2), 379-385. Retrieved from https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1659-13212011000200014
- Sánchez, M. (2000). Una experiencia de forraje verde hidropónico en el Uruguay. *Boletín informativo de la Red de Hidroponía*, 7, 10-14. Retrieved from <https://repositorio.umsa.bo/xmlui/bitstream/handle/123456789/4856/T-1291.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Shimada, A. (2003). *Nutrición animal 1ra edición*. Mexico: Trillas. Retrieved from https://etrillas.mx/libro/nutricion-animal_7669

- Smith, L., Goering, H., Waldo, D., & y Gordon, D. (1971). In vitro digestion rates of forage cell wall components. *Journal of Dairy Science.*, 54(1). Retrieved from <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0022030272856364>
- Souza, N., Franzolin, R., Rodriguez, P., & Scoton, R. (2000). Effects of the increasing levels of neutral detergent fiber in the diet on the ruminal fermentation in water buffaloes and cattle. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 29(5), 1565-1577. doi:<http://dx.doi.org/10.1590/S1516-35982000000500039>
- Stryer, L., Berg, J., & Tmoczko, J. (2003). *Bioquímica* (5.^a ed. ed.). Barcelona, España: Reverté.
- Torres, G., Arbaiza, T., Carcelén, F., & Lucas, O. (2009). Comparación de las técnicas in situ, in vitro y enzimática (celulasa) para estimar la digestibilidad de forrajes en ovinos. *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú*, 20(1), 5-9. Retrieved from http://www.scielo.org.pe/scielo.php?pid=S1609-91172009000100002&script=sci_abstract
- Valadares, F., & Coelho Da Silva, J. L. (2010). Degradabilidad in situ de proteína bruta y materia seca de algunos alimentos en vacas gestantes e lactantes. *Revista Brasileira Zootecnia*, 20(1), 111-122. Retrieved from <https://rbz.org.br/>
- Van Soest, J., Fox, G., & Sniffen, J. (1982). *A net protein system for cattle*. USA, Itaca: Cornell University -Department of Animal Science.
- Veloso, C., Rodríguez, N., Sampaio, I., Gonçalves, L., & Mourão, G. (2000). pH ruminal y amoníaco, relación hoja:tallo y degradabilidad ruminal de fibra de forrajes tropicales. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 29(3), 871-879. Retrieved from <https://hdl.handle.net/20.500.14330/PER01000222752>
- Vilca, Z. (1993). *Comportamiento alimenticio de llamas y ovinos en sistemas de pastoreo tradicional del altiplano árido de Bolivia (Turco)*. Oruro: Universidad Técnica de Oruro. Retrieved from

https://horizon.documentation.ird.fr/exl-doc/pleins_textes/pleins_textes_7/b_fdi_03_01/42598.pdf

Wainwright, M. (1995). *Introducción a la biotecnología de hongos*. Zaragoza, España: Acribia. Retrieved from https://www.editorialacribia.com/libro/introduccion-a-la-biotecnologia-de-los-hongos_54034/

Wallace, R. (1996). Ruminant microbial metabolism of peptides and amino acids. *Conference: Altering ruminal nitrogen metabolism to improve protein utilization*, 126(4), 1326-1334. Retrieved from [https://jn.nutrition.org/article/S0022-3166\(22\)01777-1/pdf](https://jn.nutrition.org/article/S0022-3166(22)01777-1/pdf)

Wilkins, R. (1969). The potential digestibility of cellulose in forage and feces. *Journal of Agricultural Science*, 73(1), 57-64. doi:10.1017/S0021859600024138

Zapata, A. (2026). Efectos de la paramización sobre la resiliencia ecosistémica del páramo andino en un contexto de cambio climático. *Siembra*, 13(1), 97. doi:<https://doi.org/10.29166/siembra.v13i1.9707>

ANEXOS

MATRIZ DE CONSISTENCIA

TÍTULO: DEGRADABILIDAD RUMINAL *In situ* DEL ENSILADO DE CEBADA CON NIVELES DE FOLLAJE DE PAPA Y AFRECHO DE TRIGO EN ALPACAS.

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	METODOLOGÍA
¿Cuál es la degradabilidad ruminal <i>in situ</i> del ensilado de cebada con niveles de follaje de papa y afrecho de trigo en alpacas?	<p>Objetivo general Determinar la degradabilidad ruminal <i>in situ</i> del ensilado de cebada con niveles de follaje de papa y afrecho de trigo en alpacas.</p> <p>Objetivos específicos Determinar la degradabilidad potencial y efectiva de MS del ensilado de cebada con niveles de follaje de papa y afrecho de trigo en alpacas. Determinar la degradabilidad potencial y efectiva de PC del ensilado de cebada con niveles de follaje de papa y afrecho de trigo en alpacas.</p>	<p>Hipótesis general La degradabilidad ruminal <i>in situ</i> del ensilado de cebada difieren entre los niveles de follaje de papa y afrecho de trigo en alpacas.</p> <p>Hipótesis específica La degradabilidad potencial y efectiva de MS del ensilado de cebada, difieren entre los niveles de follaje de papa y afrecho de trigo en alpacas. La degradabilidad potencial y específica de la PC del ensilado de cebada, difieren entre los niveles de follaje de papa y afrecho de trigo en alpacas.</p>	Variable dependiente Degradabilidad ruminal	Degradabilidad potencial	Materia seca (%).	<p>Tipo: aplicativo Nivel: Experimental Método: Científico Diseño: parcela sub dividida en el diseño experimental de bloques al azar. Población: 200 kg Muestra: 500g de ensilado Muestreo: no probabilístico Técnica: observación Instrumentos: Registro de datos de ensilado. Registro datos de residuos de cosechas. Registros de datos de residuos agroindustriales.</p>
			Degradabilidad efectiva	Proteína cruda (%).		
			Variable independiente Niveles	Niveles del ensilado de cebada: 100%, 90%, 80% y 70 %.	Porcentaje (%)	
				Niveles del follaje de papa: 0%, 5%, 10% y 15%.	Porcentaje (%)	
Niveles del afrecho de trigo: 0%, 5%, 10% y 15%.	Porcentaje (%)					

Tabla 12

ANOVA del parámetro cinético de la materia seca (MS) en termino de fracción soluble (a) del ensilado de cebada con niveles de follaje de papa y afrecho de trigo.

FV	GL	SC	CM	F	Pr > F
Regresión	3	49.62	3.31	71.31	<.0001
Error	32	1.48455200	0.04639225		
Total	47	51.10609967			

Tabla 13

ANOVA del parámetro cinético de la materia seca (MS) en termino de fracción potencialmente degradable (b) del ensilado de cebada con niveles de follaje de papa y afrecho de trigo.

FV	GL	SC	CM	F	Pr > F
Regresión	3	664.7843130	44.3189542	38.47	<.0001
Error	32	36.8652960	1.1520405		
Total	47	701.6496090			

Tabla 14

ANOVA del parámetro cinético de la materia seca (MS) en término de indegradabilidad (i) del ensilado de cebada con niveles de follaje de papa y afrecho de trigo.

FV	GL	SC	CM	F	Pr > F
Regresión	3	361.1199770	24.0746651	22.25	<.0001
Error	32	34.6262800	1.0820713		
Total	47	395.7462570			

Tabla 15

ANOVA del parámetro cinético de la materia seca (MS) en término de degradabilidad potencial (DP) del ensilado de cebada con niveles de follaje de papa y afrecho de trigo.

FV	GL	SC	CM	F	Pr > F
Regresión	3	2593.868989	172.924599	1.05	0.4353
Error	32	5270.693071	164.709158		
Total	47	7864.562060			

Tabla 16

ANOVA del parámetro cinético de la materia seca (MS) en termino tasa de degradación (c) del ensilado de cebada con niveles de follaje de papa y afrecho de trigo.

FV	GL	SC	CM	F	Pr > F
Regresión	3	0.00042233	0.00002816	24.13	<.0001
Error	32	0.00003733	0.00000117		
Total	47	0.00045967			

Tabla 17

ANOVA del parámetro cinético de la materia seca (MS) en termino degradabilidad efectiva en la tasa de pasaje de 2% (DE-2%/h) del ensilado de cebada con niveles de follaje de papa y afrecho de trigo.

FV	GL	SC	CM	F	Pr > F
Regresión	3	226.3387387	15.0892492	53.97	<.0001
Error	32	8.9467920	0.2795872		
Total	47	235.2855307			

Tabla 18

ANOVA del parámetro cinético de la materia seca (MS) en termino degradabilidad efectiva en la tasa de pasaje de 5% (DE-5%/h) del ensilado de cebada con niveles de follaje de papa y afrecho de trigo.

FV	GL	SC	CM	F	Pr > F
Regresión	3	221.7743547	14.7849570	82.05	<.0001
Error	32	5.7659760	0.1801867		
Total	47	227.5403307			

Tabla 19

ANOVA del parámetro cinético de la materia seca (MS) en termino degradabilidad efectiva en la tasa de pasaje de 8% (DE-8%/h) del ensilado de cebada con niveles de follaje de papa y afrecho de trigo.

FV	GL	SC	CM	F	Pr > F
Regresión	3	166.1757720	11.0783848	93.82	<.0001
Error	32	3.7787947	0.1180873		
Total	47	169.9545667			

Tabla 20

ANOVA del parámetro cinético de la proteína cruda (PC) en termino de fracción soluble (a) del ensilado de cebada con niveles de follaje de papa y afrecho de trigo.

FV	GL	SC	CM	F	Pr > F
Regresión	3	4.61273733	0.30751582	118.62	<.0001
Error	32	0.08295733	0.00259242		
Total	47	4.69569467			

Tabla 21

ANOVA del parámetro cinético de la proteína cruda (PC) en termino de fracción potencialmente degradable (b) del ensilado de cebada con niveles de follaje de papa y afrecho de trigo

FV	GL	SC	CM	F	Pr > F
Regresión	3	1.55070500	0.10338033	0.36	0.9798
Error	32	9.11930667	0.28497833		
Total	47	10.67001167			

Tabla 22

ANOVA del parámetro cinético de la proteína cruda (PC) en término de indegradabilidad (i) del ensilado de cebada con niveles de follaje de papa y afrecho de trigo.

FV	GL	SC	CM	F	Pr > F
Regresión	3	11.02531467	0.73502098	2.48	0.0153
Error	32	9.49739200	0.29679350		
Total	47	20.52270667			

Tabla 23

ANOVA del parámetro cinético de la proteína cruda (PC) en termino degradabilidad potencial (DP) del ensilado de cebada con niveles de follaje de papa y afrecho de trigo.

FV	GL	SC	CM	F	Pr > F
Regresión	3	11.02531467	0.73502098	2.48	0.0153
Error	32	9.49739200	0.29679350		
Total	47	20.52270667			

Tabla 24

ANOVA del parámetro cinético de la proteína cruda (PC) en termino tasa de degradación (c) del ensilado de cebada con niveles de follaje de papa y afrecho de trigo.

FV	GL	SC	CM	F	Pr > F
Regresión	3	0.00009867	0.00000658	26.31	<.0001
Error	32	0.00000800	0.00000025		
Total	47	0.00010667			

Tabla 25

ANOVA del parámetro cinético de la proteína cruda (PC) en termino degradabilidad efectiva en la tasa de pasaje de 2% (DE-2%/h) del ensilado de cebada con niveles de follaje de papa y afrecho de trigo.

FV	GL	SC	CM	F	Pr > F
Regresión	3	6.76828367	0.45121891	5.57	<.0001
Error	32	2.59280800	0.08102525		
Total	47	9.36109167			

Tabla 26

ANOVA del parámetro cinético de la proteína cruda (PC) en termino degradabilidad efectiva en la tasa de pasaje de 5% (DE-5%/h) del ensilado de cebada con niveles de follaje de papa y afrecho de trigo.

FV	GL	SC	CM	F	Pr > F
Regresión	3	8.34571867	0.55638124	7.55	<.0001
Error	32	2.35678400	0.07364950		
Total	47	10.70250267			

Tabla 27

ANOVA del parámetro cinético de la proteína cruda (PC) en termino degradabilidad efectiva en la tasa de pasaje de 8% (DE-8%/h) del ensilado de cebada con niveles de follaje de papa y afrecho de trigo.

FV	GL	SC	CM	F	Pr > F
Regresión	3	4.46666233	0.29777749	6.26	<.0001
Error	32	1.52100267	0.04753133		
Total	47	5.98766500			

Instrumentos de recolección de datos

Imagen 1: Cuaderno de registro.

DEGRADABILIDAD <i>in situ</i> EN ALPACAS (Vicugna pacos) DEL ENSILADO DE CEBADA (<i>Hordeum vulgare</i>) CON NIVELES DE FOLLAJE DE PAPA (<i>Solanum tuberosum</i>) Y AFRECHO DE TRIGO									
Nº	MUESTRA	Nº DE ARETE DE ALPACA	CÓDIGO DE BOLSA	REPETE CION	TIEMPO DE INCUBACIÓN	PESO DE MUESTRA		PESO FINAL (PB+PM) (g)	PESO DE MUESTRA SECA
						BOLSA	BOLSA		
01	T1: ENSILADO DE CEBADA 100%	21.022	I	R1	0h	2.503	0.9599	3.1910	3.2858
02			II	R2	0h	2.503	0.9741	3.1160	3.2991
03			VII	R1	12h	2.500	0.7692	2.7330	3.1024
04			VIII	R2	12h	2.502	0.8212	2.8702	3.1598
05			XIII	R1	48h	2.501	0.7387	1.8839	3.1167
06			XIV	R2	48h	2.501	0.9439	1.9913	3.2720
07			XIX	R1	72h	2.502	0.7883	1.8192	3.1345
08			XX	R2	72h	2.500	0.8275	1.7956	3.1702
09			TJ: ENSILADO DE CEBADA 100%	21.207	III	R1	0h	2.501	0.7523
10	IV	R2			0h	2.503	0.9728	3.1650	3.3127
11	IX	R1			12h	2.502	0.7306	2.8403	3.2737
12	X	R2			12h	2.500	0.8282	2.9602	3.1735
13	XV	R1			48h	2.502	0.7895	2.0551	3.3210
14	XVI	R2			48h	2.501	0.7876	1.9046	3.1284
15	XXI	R1			72h	2.501	0.8102	1.8050	3.1366
16	XXII	R2			72h	2.503	0.8255	1.8014	3.1543
17	TI: ENSILADO DE CEBADA 100%	S/A			V	R1	0h	2.500	0.9410
18			VI	R2	0h	2.502	0.8229	3.1669	3.2569
19			XI	R1	12h	2.504	0.8398	2.8640	3.1840
20			XII	R2	12h	2.502	0.7847	2.7620	3.1241
21			XVII	R1	48h	2.503	0.8055	1.8900	3.1478
22			XVIII	R2	48h	2.501	0.8189	1.8800	3.1665
23			XXIII	R1	72h	2.501	0.7240	1.7100	3.0490
24			XXIV	R2	72h	2.502	0.7844	1.8300	3.2656
25			T2: ENSILADO DE CEBADA + 10% FOLLAJE DE PAPA Y AFRECHO T.	21.022	XXV	R1	0h	2.501	1.0183
26	XXVI	R2			0h	2.501	0.8377	2.9990	3.1411
27	XXXI	R1			12h	2.502	0.8199	2.7499	3.1467
28	XXXII	R2			12h	2.500	0.8097	2.7154	3.1334
29	XXXVII	R1			48h	2.500	0.8240	1.9100	3.1477
30	XXXVIII	R2			48h	2.503	0.9557	2.0410	3.2813
31	XLIII	R1			72h	2.504	0.8180	1.7300	3.1457
32	XLIV	R2			72h	2.501	0.9390	1.9200	3.2674
33	T2: ENSILADO DE CEBADA + 10% FOLLAJE + AFRECHO T.	21.207			XXVII	R1	0h	2.501	0.8397
34			XXVIII	R2	0h	2.502	0.9663	3.1339	3.2688
35			XXXIII	R1	12h	2.502	0.7822	2.6977	3.1099
36			XXXIV	R2	12h	2.501	0.8016	2.7310	3.1265
37			XXXIX	R1	48h	2.502	0.7273	1.6013	3.0534
38			XL	R2	48h	2.502	0.9430	2.0064	3.2800

Imagen 2: Base de datos del análisis de proteína cruda.

0%	LXVIII-R2-T72-21.022, VIOLETA Y PAZ, 0.0476, METODO LECO 2017, 3.11, 6.250, 19.46	0.0476	6.25
10%	LXIX-R1-T72-21.207, VIOLETA Y PAZ, 0.0489, METODO LECO 2017, 3.15, 6.250, 19.70	0.0489	6.25
30%	LXX-R2-T72-21.207, VIOLETA Y PAZ, 0.0488, METODO LECO 2017, 3.28, 6.250, 20.52	0.0488	6.25
80%	LXXI-R1-T72-S/A, VIOLETA Y PAZ, 0.0467, METODO LECO 2017, 3.05, 6.250, 19.05	0.0467	6.25
80%	LXXII-R2-T72-S/A, VIOLETA Y PAZ, 0.0488, METODO LECO 2017, 2.92, 6.250, 18.26	0.0488	6.25
70%	LXXIII-R1-T0-21.022, VIOLETA Y PAZ, 0.0492, METODO LECO 2017, 2.42, 6.250, 15.15	0.0492	6.25
70%	LXXIV-R2-T0-21.022, VIOLETA Y PAZ, 0.0477, METODO LECO 2017, 2.38, 6.250, 14.86	0.0477	6.25
70%	LXXV-R1-T0-21.207, VIOLETA Y PAZ, 0.0497, METODO LECO 2017, 2.24, 6.250, 13.97	0.0497	6.25
70%	LXXVI-R2-T0-21.207, VIOLETA Y PAZ, 0.0477, METODO LECO 2017, 2.34, 6.250, 14.65	0.0477	6.25
70%	LXXVII-R1-T0-S/A, VIOLETA Y PAZ, 0.0481, METODO LECO 2017, 2.39, 6.250, 14.96	0.0481	6.25
70%	LXXVIII-R2-T0-S/A, VIOLETA Y PAZ, 0.0474, METODO LECO 2017, 2.35, 6.250, 14.71	0.0474	6.25
70%	LXXIX-R1-T12-21.022, VIOLETA Y PAZ, 0.0492, METODO LECO 2017, 2.74, 6.250, 17.13	0.0492	6.25
70%	LXXX-R2-T12-21.022, VIOLETA Y PAZ, 0.0480, METODO LECO 2017, 2.82, 6.250, 17.65	0.0480	6.25
70%	LXXXI-R1-T12-21.207, VIOLETA Y PAZ, 0.0485, METODO LECO 2017, 2.53, 6.250, 15.81	0.0485	6.25
70%	LXXXII-R2-T12-21.207, VIOLETA Y PAZ, 0.0464, METODO LECO 2017, 2.94, 6.250, 18.14	0.0464	6.25
70%	LXXXIII-R1-T12-S/A, VIOLETA Y PAZ, 0.0460, METODO LECO 2017, 2.74, 6.250, 17.14	0.0460	6.25
70%	LXXXIV-R2-T12-S/A, VIOLETA Y PAZ, 0.0488, METODO LECO 2017, 2.87, 6.250, 17.93	0.0488	6.25
70%	LXXXV-R1-T48-21.022, VIOLETA Y PAZ, 0.0465, METODO LECO 2017, 2.60, 6.250, 16.24	0.0465	6.25
70%	LXXXVI-R2-T48-21.022, VIOLETA Y PAZ, 0.0488, METODO LECO 2017, 2.76, 6.250, 17.25	0.0488	6.25
70%	LXXXVII-R1-T48-21.207, VIOLETA Y PAZ, 0.0454, METODO LECO 2017, 3.13, 6.250, 19.58	0.0454	6.25
70%	LXXXVIII-R2-T48-21.207, VIOLETA Y PAZ, 0.0459, METODO LECO 2017, 3.06, 6.250, 19.15	0.0459	6.25

Imagen 3: Datos de los parámetros cinéticos de la materia seca.

TIEMPO	TRAT	REPET	DEG	A	B	i	DP	C	DE_2	DE_5	DE_8
1	1	1	5.976	3.310	72.030	24.660	75.340	0.022	40.898	25.199	18.750
1	1	2	5.400	3.018	74.061	22.921	77.079	0.021	40.539	24.282	18.024
1	1	3	5.526	3.093	74.369	22.538	77.462	0.020	40.607	24.152	17.922
1	2	1	5.679	5.934	62.708	31.358	68.642	0.025	40.669	26.744	20.789
1	2	2	5.887	6.402	63.111	30.488	69.512	0.027	42.557	27.831	21.682
1	2	3	5.467	5.711	63.841	30.448	69.552	0.026	41.581	27.195	21.158
1	3	1	5.105	4.396	67.165	28.438	71.562	0.027	42.885	27.859	21.271
1	3	2	5.259	4.636	67.516	27.847	5.259	0.025	42.351	27.327	20.863
1	3	3	5.136	4.594	70.086	25.320	74.680	0.024	43.146	27.611	21.001
1	4	1	5.183	4.620	70.239	25.141	74.859	0.030	46.585	30.786	23.629
1	4	2	5.061	4.432	70.548	25.020	74.980	0.029	46.330	30.469	23.319
1	4	3	5.386	4.723	69.857	25.420	74.580	0.029	46.284	30.577	23.486
2	1	1	14.749	3.310	72.030	24.660	75.340	0.022	40.898	25.199	18.750
2	1	2	14.640	3.018	74.061	22.921	77.079	0.021	40.539	24.282	18.024
2	1	3	14.565	3.093	74.369	22.538	77.462	0.020	40.607	24.152	17.922
2	2	1	22.604	5.934	62.708	31.358	68.642	0.025	40.669	26.744	20.789
2	2	2	24.818	6.402	63.111	30.488	69.512	0.027	42.557	27.831	21.682
2	2	3	23.112	5.711	63.841	30.448	69.552	0.026	41.581	27.195	21.158
2	3	1	21.453	4.396	67.165	28.438	71.562	0.027	42.885	27.859	21.271
2	3	2	21.075	4.636	67.516	27.847	21.075	0.025	42.351	27.327	20.863
2	3	3	21.340	4.594	70.086	25.320	74.680	0.024	43.146	27.611	21.001
2	4	1	24.493	4.620	70.239	25.141	74.859	0.030	46.585	30.786	23.629
2	4	2	24.006	4.432	70.548	25.020	74.980	0.029	46.330	30.469	23.319
2	4	3	24.049	4.723	69.857	25.420	74.580	0.029	46.284	30.577	23.486
3	1	1	55.578	3.310	72.030	24.660	75.340	0.022	40.898	25.199	18.750
3	1	2	54.146	3.018	74.061	22.921	77.079	0.021	40.539	24.282	18.024
3	1	3	54.248	3.093	74.369	22.538	77.462	0.020	40.607	24.152	17.922
3	2	1	49.018	5.934	62.708	31.358	68.642	0.025	40.669	26.744	20.789
3	2	2	50.834	6.402	63.111	30.488	69.512	0.027	42.557	27.831	21.682
3	2	3	50.339	5.711	63.841	30.448	69.552	0.026	41.581	27.195	21.158
3	3	1	54.790	4.396	67.165	28.438	71.562	0.027	42.885	27.859	21.271
3	3	2	53.570	4.636	67.516	27.847	53.570	0.025	42.351	27.327	20.863
3	3	3	54.233	4.594	70.086	25.320	74.680	0.024	43.146	27.611	21.001
3	4	1	59.496	4.620	70.239	25.141	74.859	0.030	46.585	30.786	23.629

Imagen 4: Datos de los parámetros cinéticos de la proteína cruda.

TIEMPO	TRAT	REPET	DEG	A	B	I	DP	C	DE_2	DE_5	DE_8
1	1	1	14.152	12.673	64.392	22.935	77.065	0.027	49.886	35.460	29.094
2	1	1	27.690	12.673	64.392	22.935	77.065	0.027	49.886	35.460	29.094
3	1	1	63.476	12.673	64.392	22.935	77.065	0.027	49.886	35.460	29.094
4	1	1	65.931	12.673	64.392	22.935	77.065	0.027	49.886	35.460	29.094
1	2	1	12.723	12.173	64.808	23.019	76.981	0.028	50.073	35.528	29.050
2	2	1	29.631	12.173	64.808	23.019	76.981	0.028	50.073	35.528	29.050
3	2	1	61.634	12.173	64.808	23.019	76.981	0.028	50.073	35.528	29.050
4	2	1	67.618	12.173	64.808	23.019	76.981	0.028	50.073	35.528	29.050
1	3	1	12.611	12.267	64.348	23.385	76.615	0.029	50.474	36.008	29.487
2	3	1	30.589	12.267	64.348	23.385	76.615	0.029	50.474	36.008	29.487
3	3	1	61.720	12.267	64.348	23.385	76.615	0.029	50.474	36.008	29.487
4	3	1	68.221	12.267	64.348	23.385	76.615	0.029	50.474	36.008	29.487
1	4	1	12.223	11.788	64.181	24.032	75.968	0.031	50.713	36.265	29.639
2	4	1	30.712	11.788	64.181	24.032	75.968	0.031	50.713	36.265	29.639
3	4	1	62.588	11.788	64.181	24.032	75.968	0.031	50.713	36.265	29.639
4	4	1	68.243	11.788	64.181	24.032	75.968	0.031	50.713	36.265	29.639
1	1	2	14.199	12.711	65.158	22.131	77.869	0.026	49.452	34.623	28.403
2	1	2	27.100	12.711	65.158	22.131	77.869	0.026	49.452	34.623	28.403
3	1	2	62.574	12.711	65.158	22.131	77.869	0.026	49.452	34.623	28.403
4	1	2	65.712	12.711	65.158	22.131	77.869	0.026	49.452	34.623	28.403
1	2	2	12.794	12.250	64.505	23.246	76.754	0.028	50.039	35.592	29.104
2	2	2	29.696	12.250	64.505	23.246	76.754	0.028	50.039	35.592	29.104
3	2	2	61.576	12.250	64.505	23.246	76.754	0.028	50.039	35.592	29.104
4	2	2	67.507	12.250	64.505	23.246	76.754	0.028	50.039	35.592	29.104
1	3	2	12.602	12.220	65.542	22.238	77.762	0.029	50.812	36.089	29.498
2	3	2	30.492	12.220	65.542	22.238	77.762	0.029	50.812	36.089	29.498
3	3	2	62.188	12.220	65.542	22.238	77.762	0.029	50.812	36.089	29.498
4	3	2	68.830	12.220	65.542	22.238	77.762	0.029	50.812	36.089	29.498
1	4	2	12.227	11.909	64.179	23.912	76.088	0.030	50.531	36.089	29.508
2	4	2	30.766	11.909	64.179	23.912	76.088	0.030	50.531	36.089	29.508
3	4	2	61.927	11.909	64.179	23.912	76.088	0.030	50.531	36.089	29.508
4	4	2	68.273	11.909	64.179	23.912	76.088	0.030	50.531	36.089	29.508

Figura 1

Porcentaje de degradabilidad de materia seca incubados a 0 horas, en diferentes niveles de follaje de papa y afrecho de trigo (FP-AT).

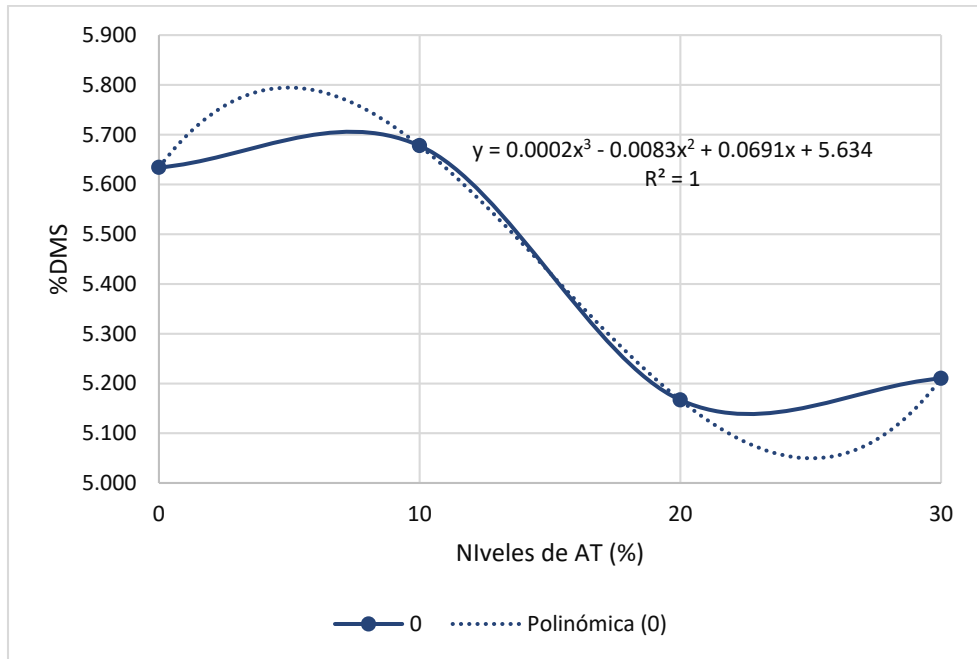


Figura 2

Porcentaje de degradabilidad de materia seca incubados a 12 horas, en diferentes niveles de follaje de papa y afrecho de trigo (FP-AT).

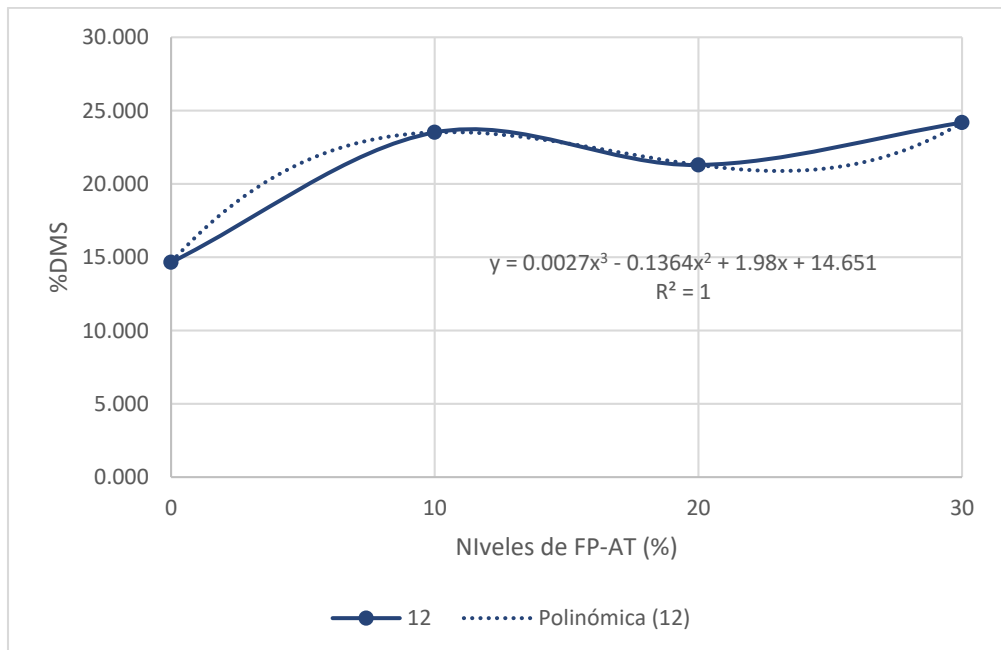


Figura 3

Porcentaje de degradabilidad de materia seca incubados a 48 horas, en diferentes niveles de follaje de papa y afrecho de trigo (FP-AT).

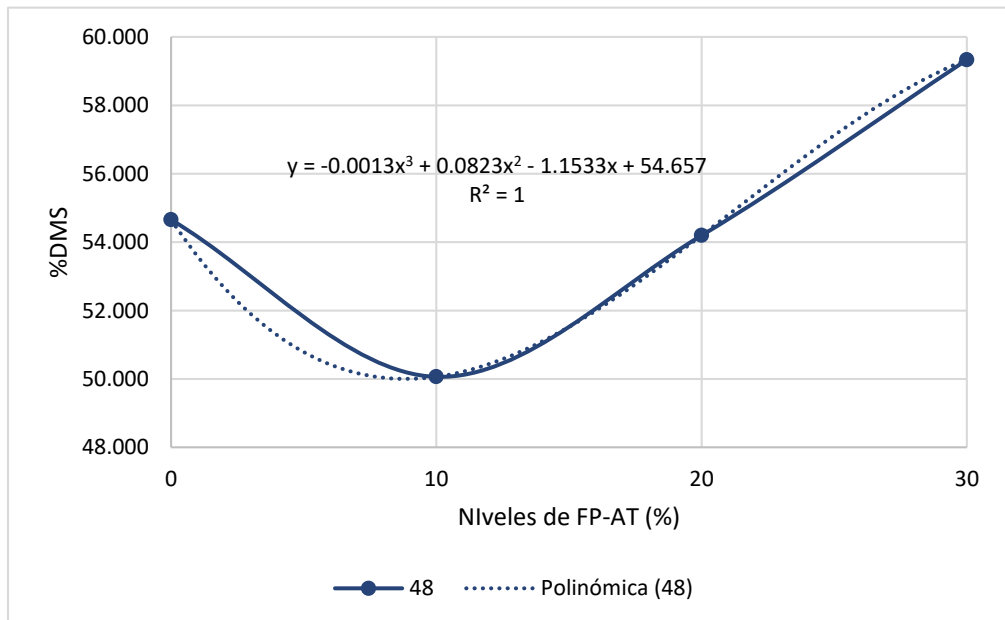


Figura 4

Porcentaje de degradabilidad de materia seca incubados a 72 horas, en diferentes niveles de follaje de papa y afrecho de trigo (FP-AT).

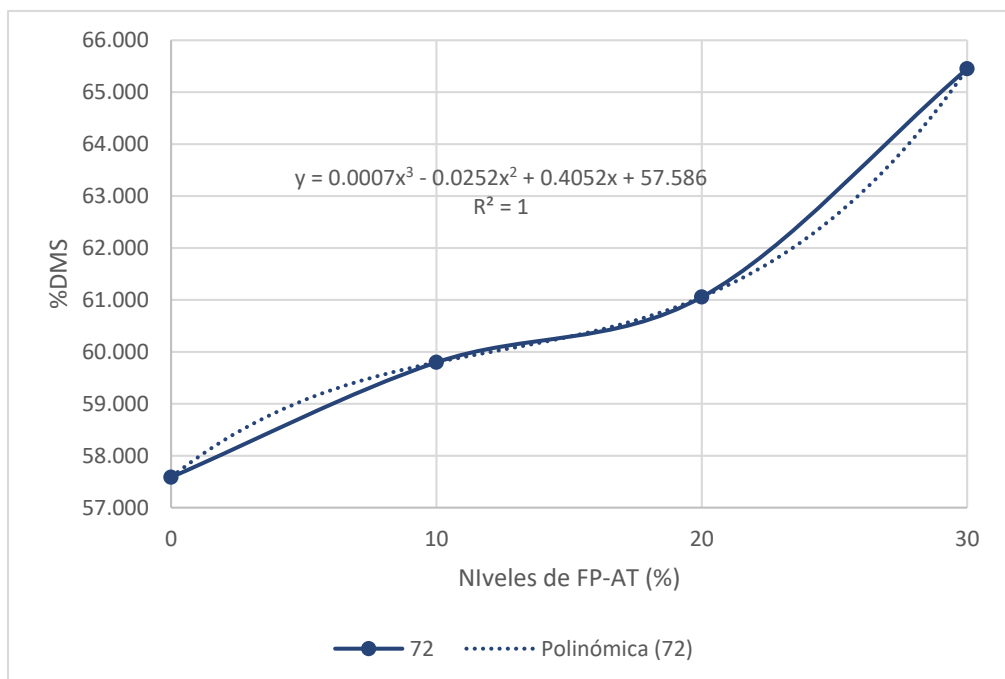


Figura 5

Porcentaje de degradabilidad de proteína cruda incubados a 0 horas, en diferentes niveles de follaje de papa y afrecho de trigo (FP-AT).

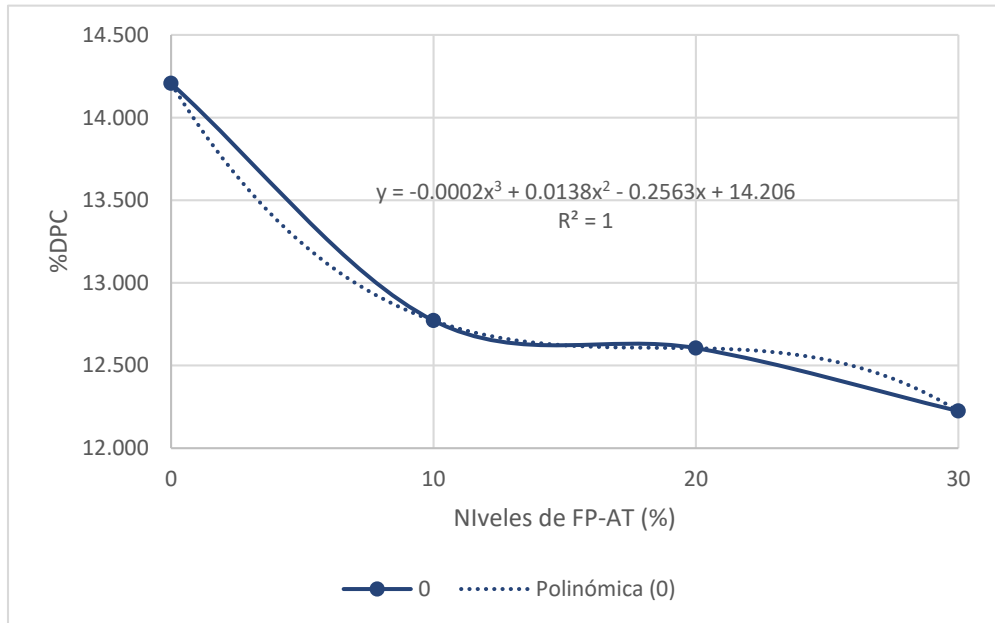


Figura 6

Porcentaje de degradabilidad de proteína cruda incubados a 12 horas, en diferentes niveles de follaje de papa y afrecho de trigo (FP-AT).

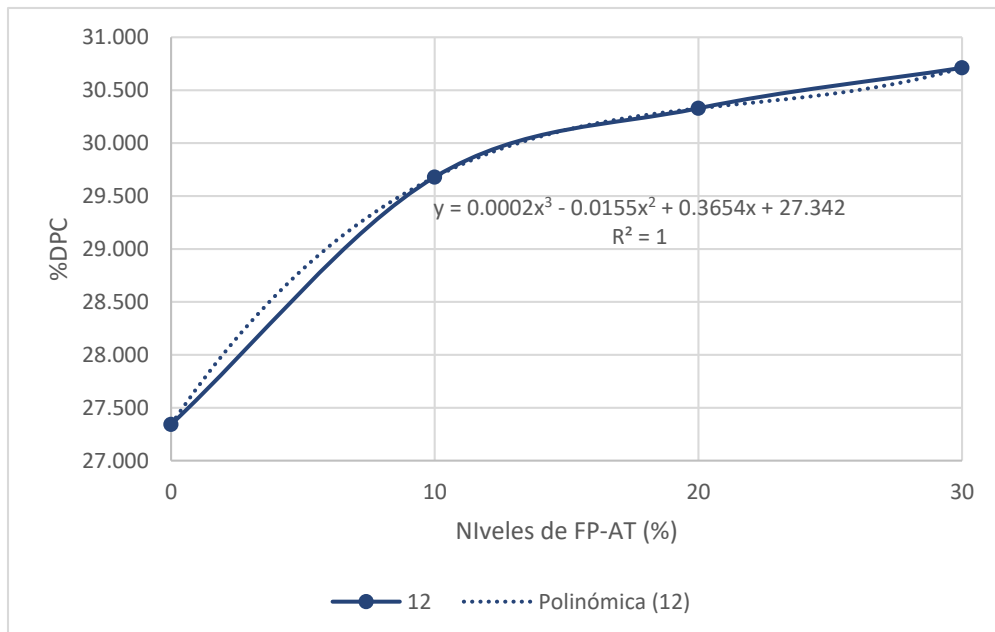


Figura 7

Porcentaje de degradabilidad de proteína cruda incubados a 48 horas, en diferentes niveles de follaje de papa y afrecho de trigo (FP-AT).

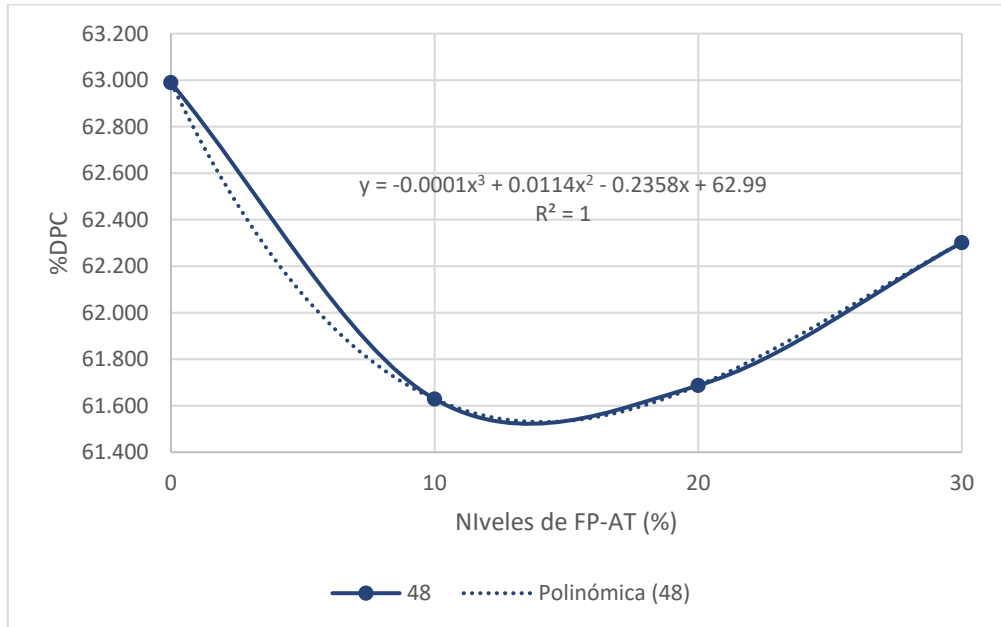


Figura 8

Porcentaje de degradabilidad de proteína cruda incubados a 72 horas, en diferentes niveles de follaje de papa y afrecho de trigo (FP-AT).

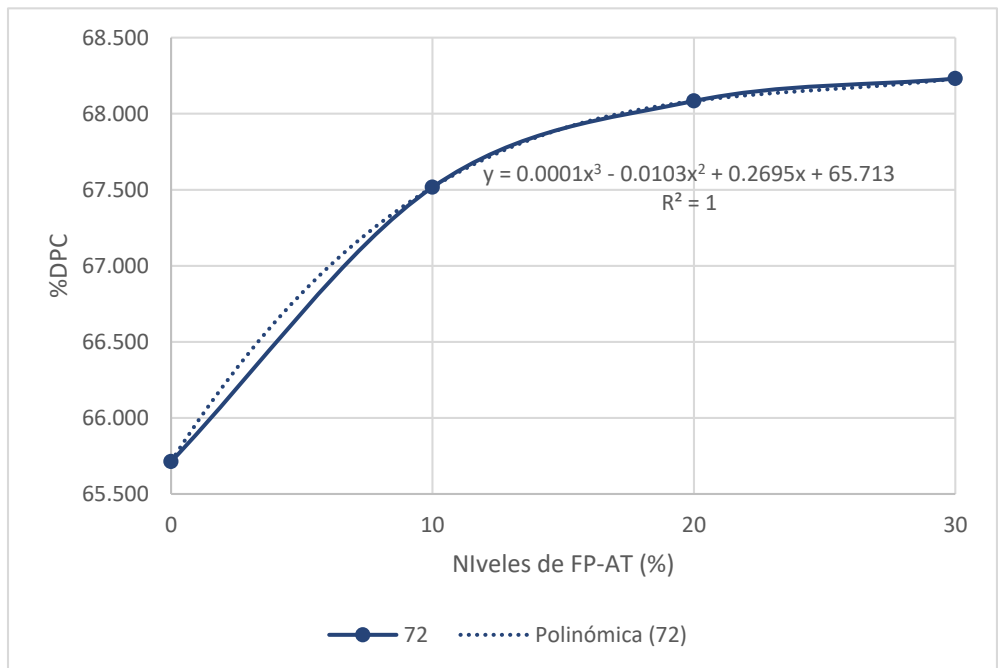


Figura 9

Porcentaje de degradabilidad de materia seca con respecto al 0 % de nivel, en los diferentes tiempos de incubación.

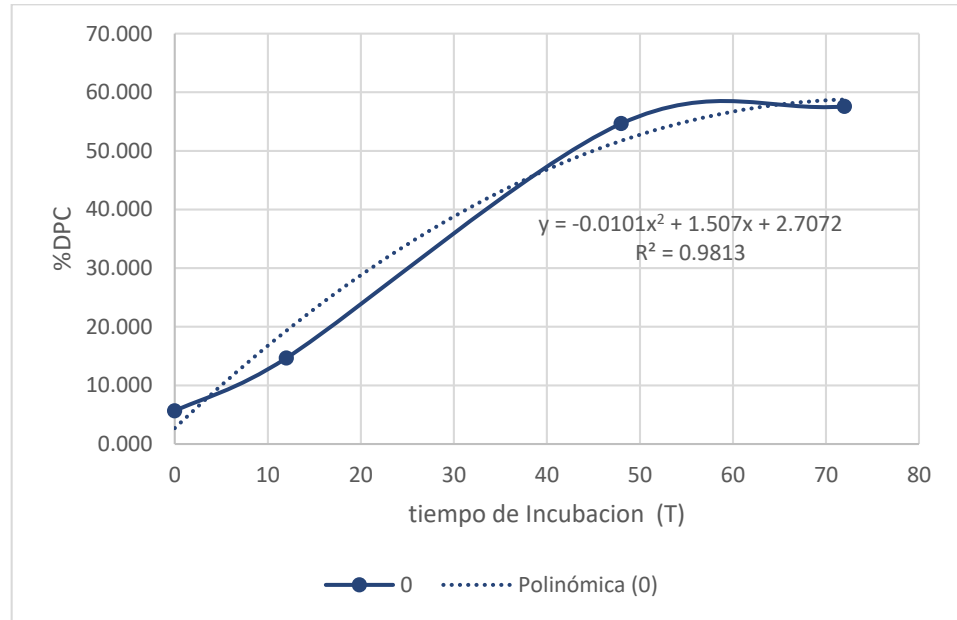


Figura 10

Porcentaje de degradabilidad de materia seca con respecto al 10 % de nivel, en los diferentes tiempos de incubación.

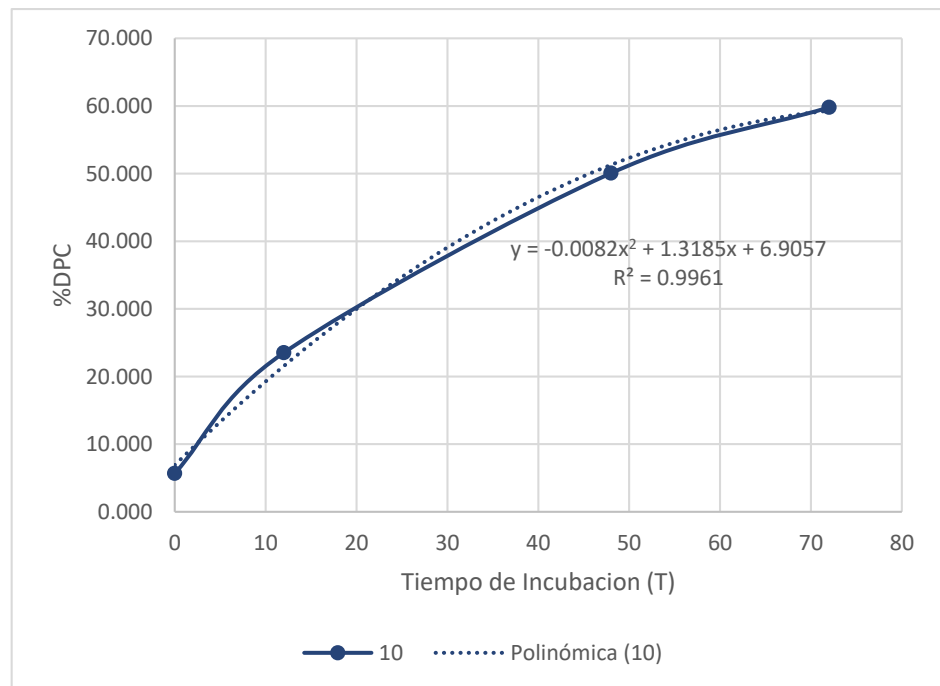


Figura 11

Porcentaje de degradabilidad de materia seca con respecto al 20 % de nivel, en los diferentes tiempos de incubación.

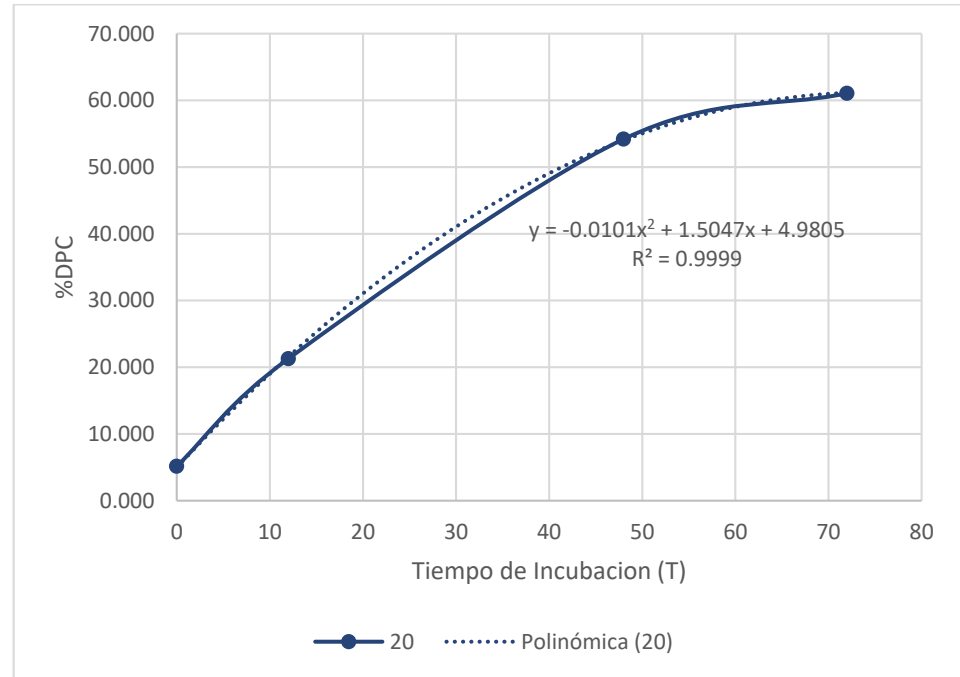


Figura 12

Porcentaje de degradabilidad de materia seca con respecto al 30 % de nivel, en los diferentes tiempos de incubación.

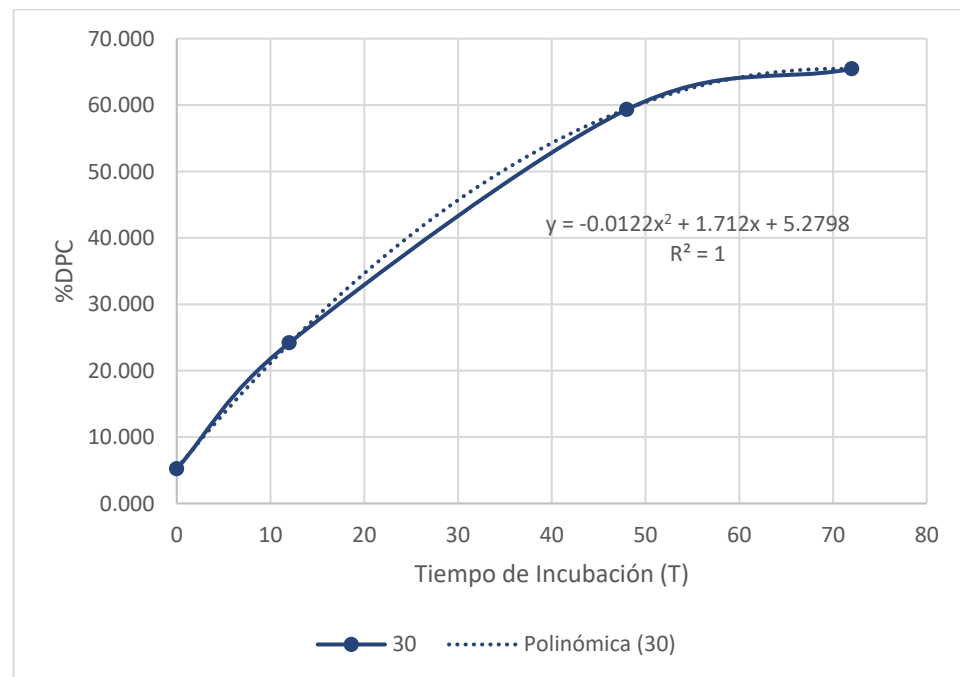


Figura 13

Porcentaje de degradabilidad de proteína cruda con respecto al 0 % de nivel, en los diferentes tiempos de incubación.

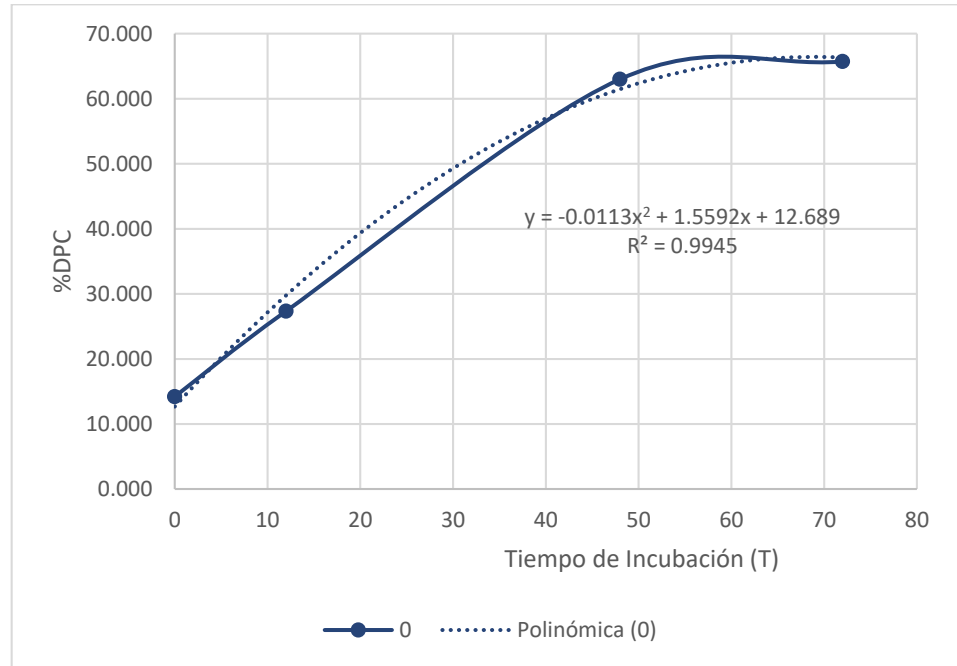


Figura 14

Porcentaje de degradabilidad de proteína cruda con respecto al 10 % de nivel, en los diferentes tiempos de incubación.

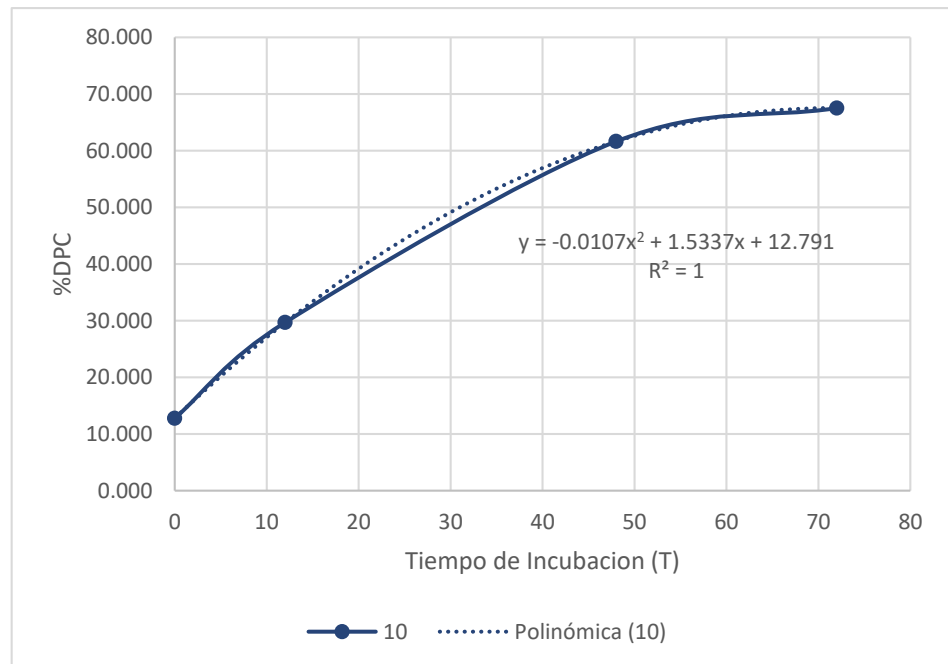


Figura 15

Porcentaje de degradabilidad de proteína cruda con respecto al 20 % de nivel, en los diferentes tiempos de incubación.

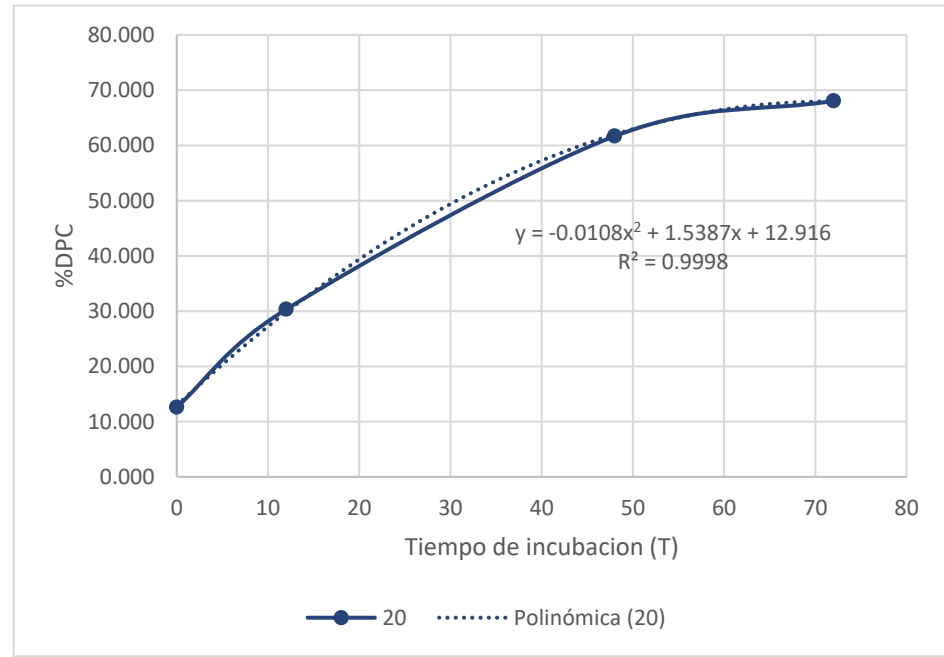


Figura 16

Porcentaje de degradabilidad de proteína cruda con respecto al 30 % de nivel, en los diferentes tiempos de incubación.

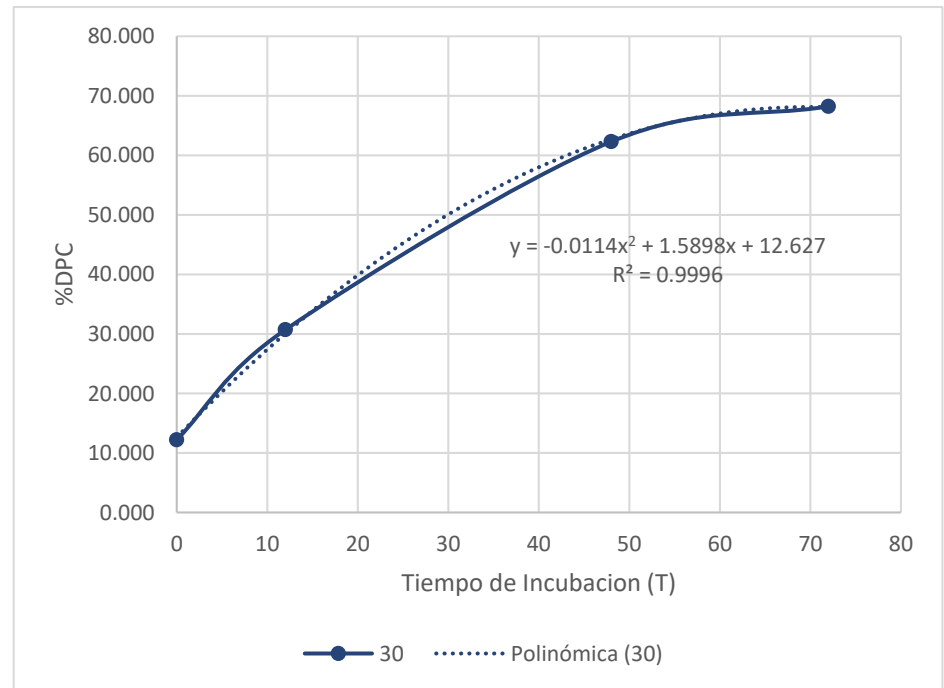


Figura 17

Porcentaje de degradabilidad de materia seca con respecto a la media del parametro a, en los diferentes niveles de FP-AT.

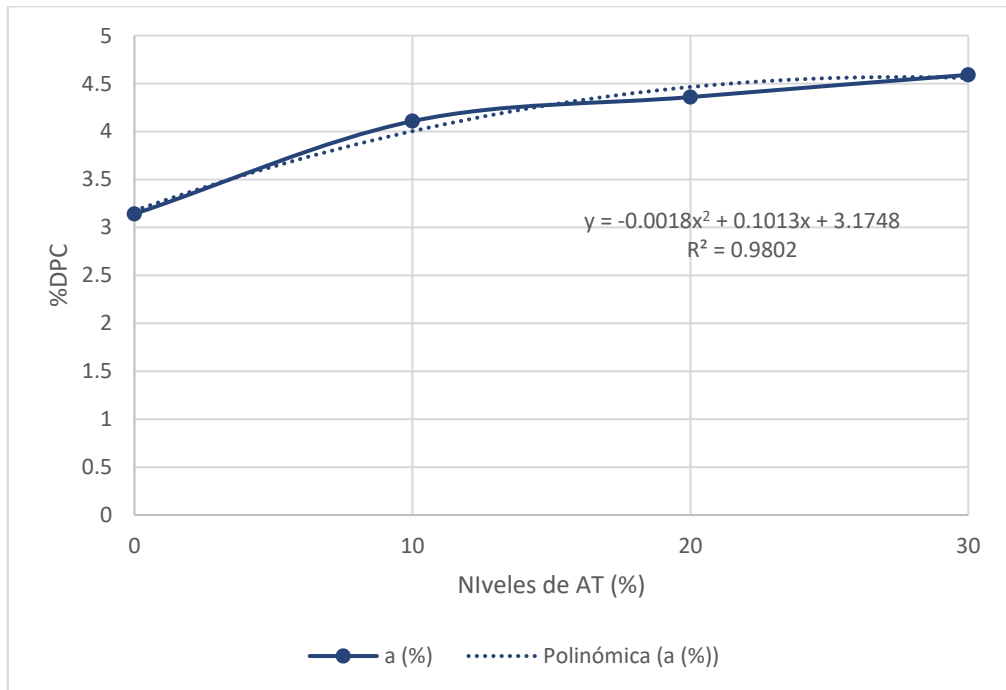


Figura 18

Porcentaje de degradabilidad de materia seca con respecto a la media del parametro b, en los diferentes niveles de FP-AT.

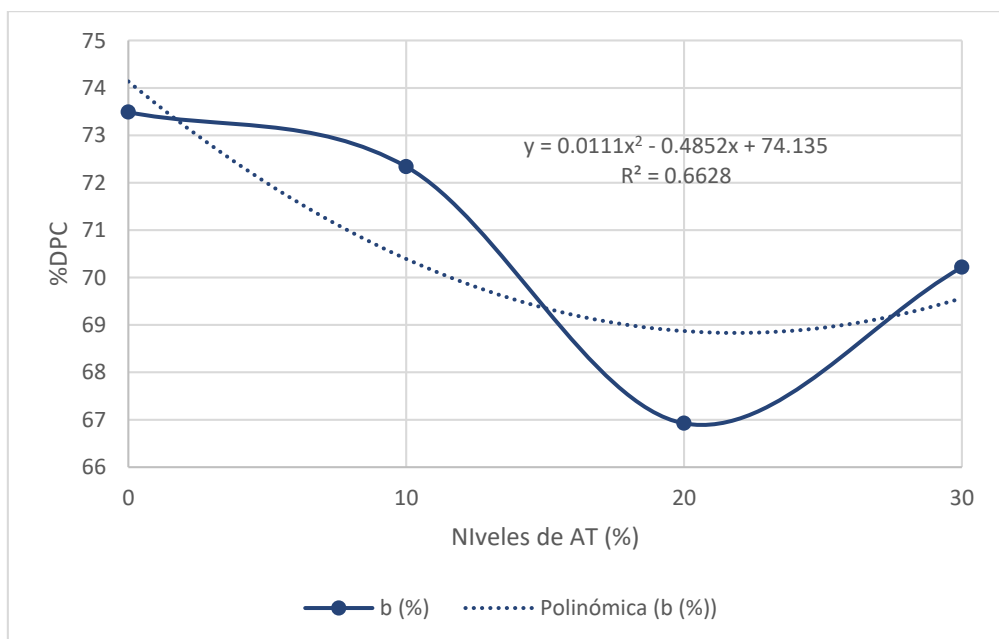


Figura 19

Porcentaje de degradabilidad de materia seca con respecto a la media del parametro i, en los diferentes niveles de FP-AT.

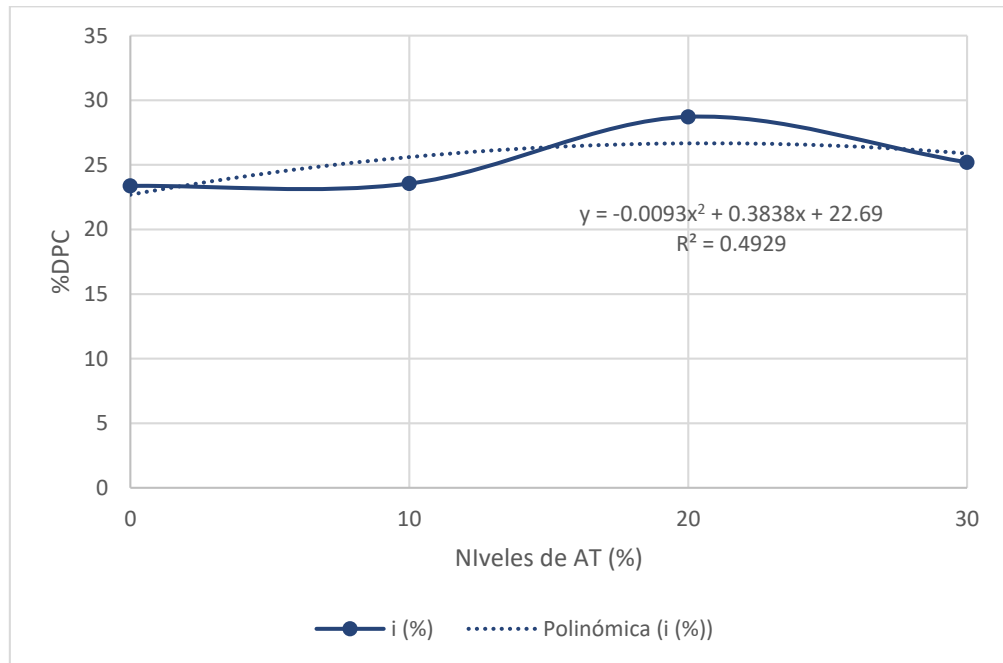


Figura 20

Porcentaje de degradabilidad de materia seca con respecto a la media del parametro DP, en los diferentes niveles de FP-AT.

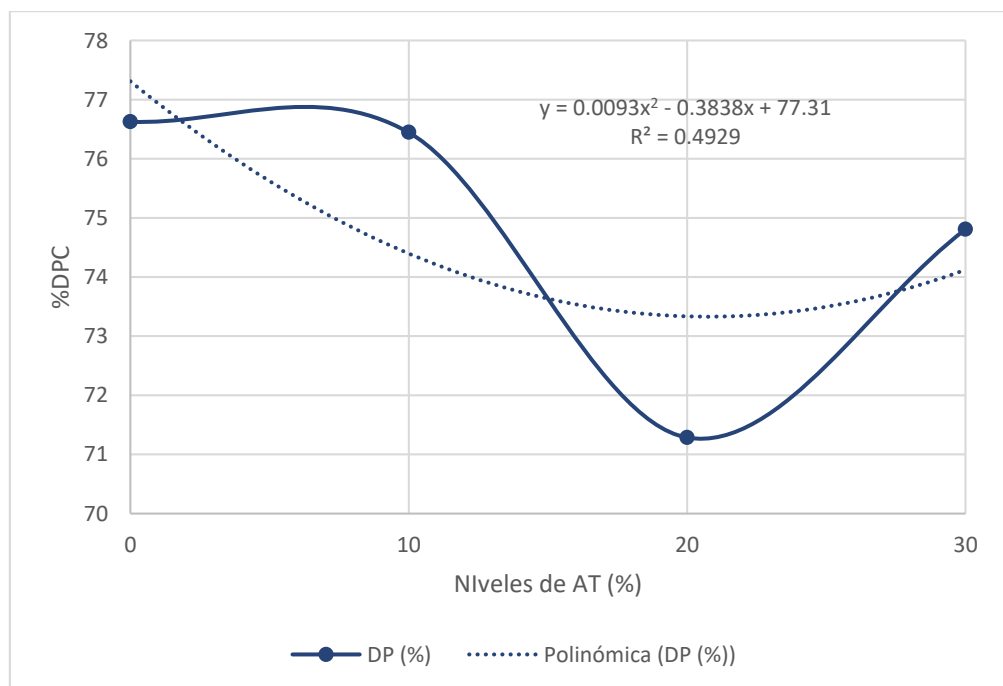


Figura 21

Porcentaje de degradabilidad de materia seca con respecto a la media del parametro c, en los diferentes niveles de FP-AT.

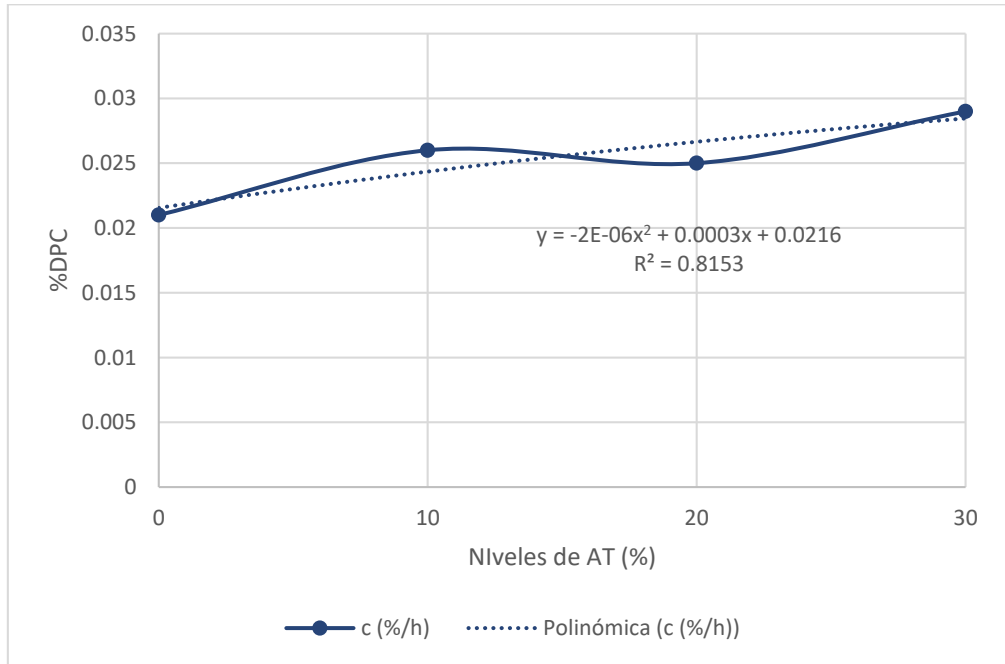


Figura 22

Porcentaje de degradabilidad de materia seca con respecto a la media de la DE a la tasa de pasaje de 2%/h, en los diferentes niveles de FP-AT.

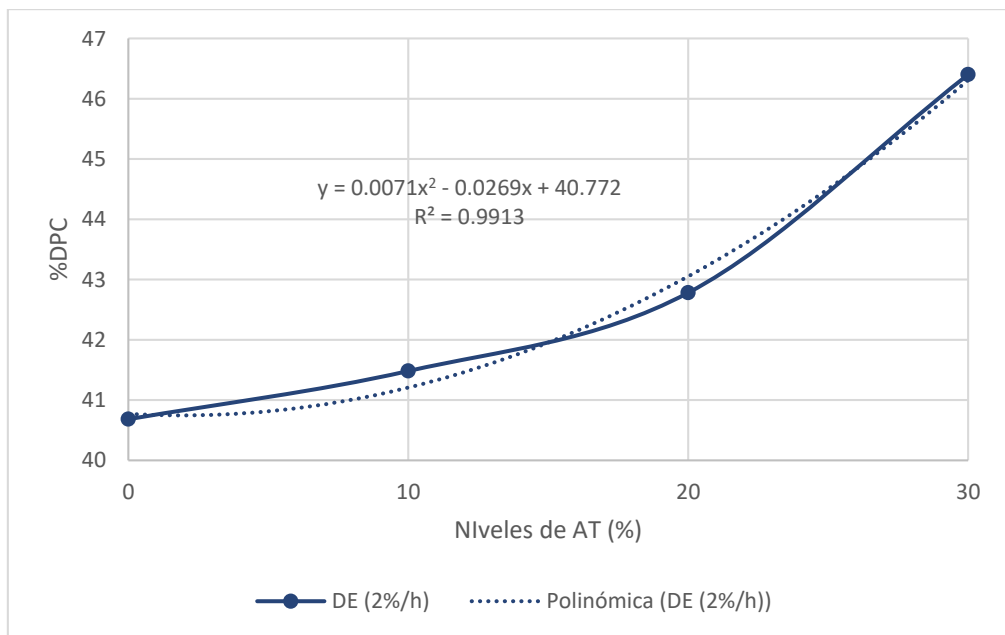


Figura 23

Porcentaje de degradabilidad de materia seca con respecto a la media de la DE a la tasa de pasaje de 5%/h, en los diferentes niveles de FP-AT.

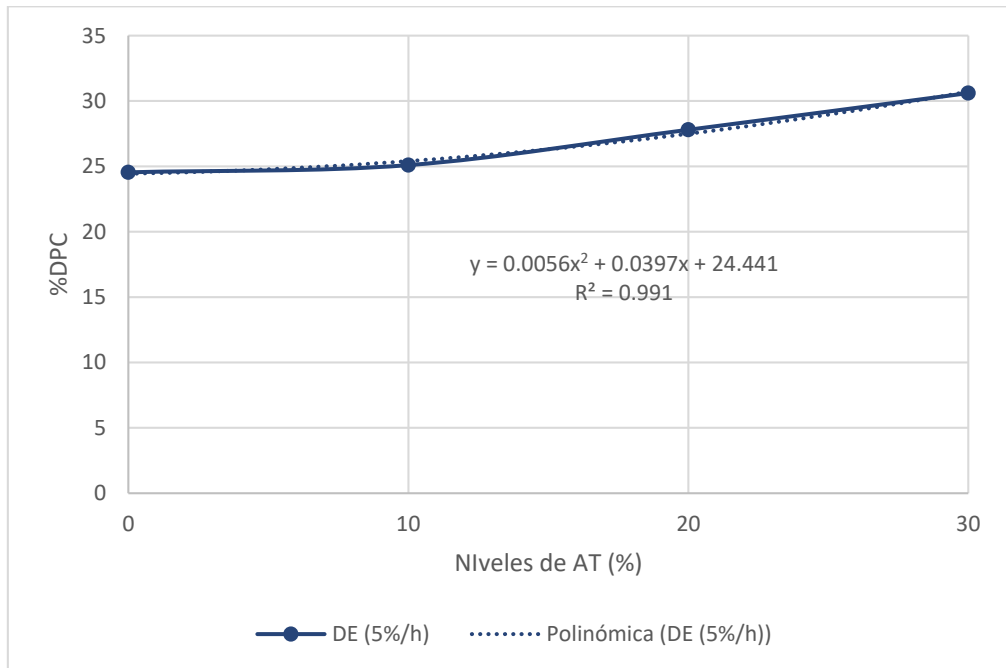


Figura 24

Porcentaje de degradabilidad de materia seca con respecto a la media de la DE a la tasa de pasaje de 8%/h, en los diferentes niveles de FP-AT.

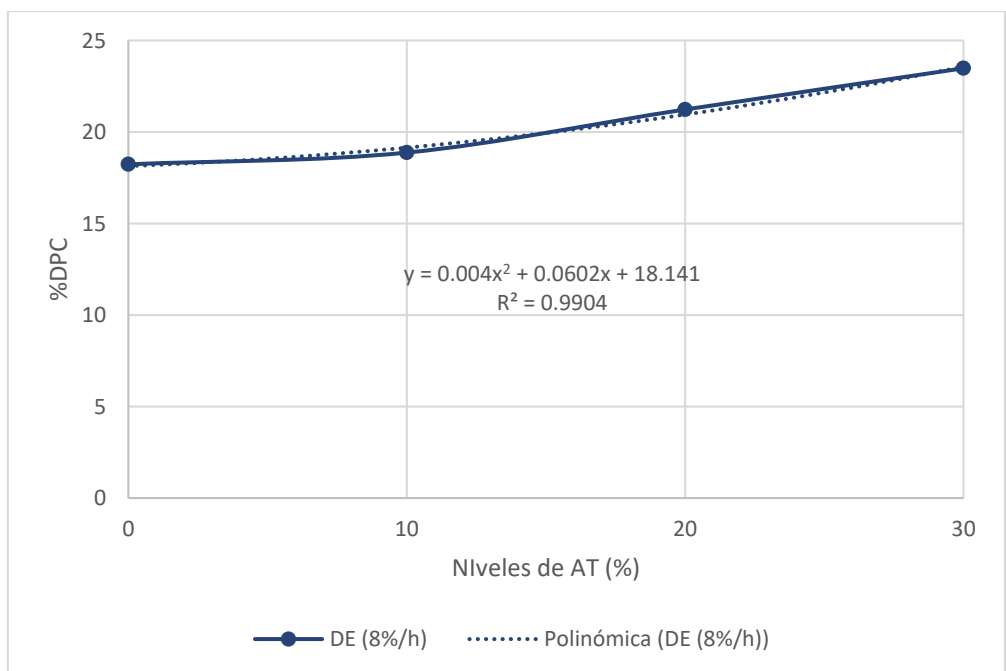


Figura 25

Porcentaje de degradabilidad de proteína cruda con respecto a la media del parámetro a, en los diferentes niveles de FP-AT.

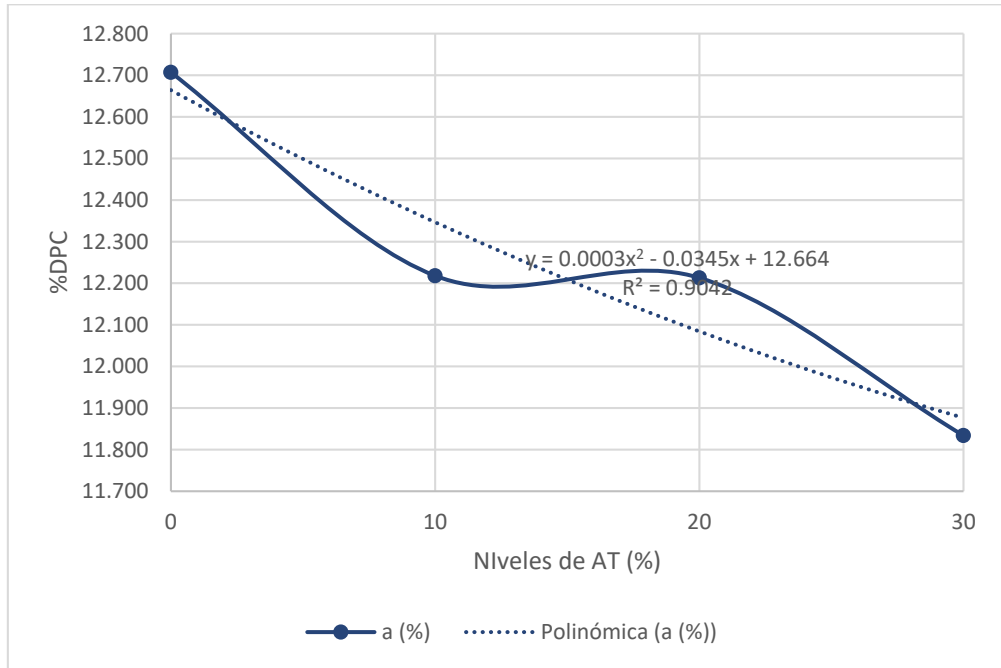


Figura 26

Porcentaje de degradabilidad de proteína cruda con respecto a la media del parámetro b, en los diferentes niveles de FP-AT.

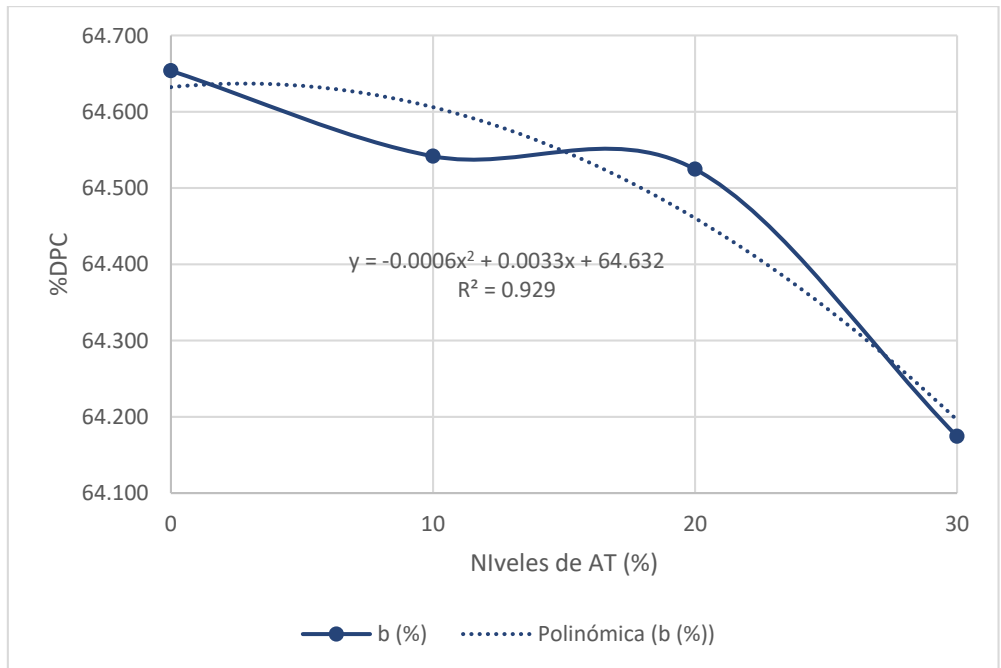


Figura 27

Porcentaje de degradabilidad de proteína cruda con respecto a la media del parametro i, en los diferentes niveles de FP-AT.

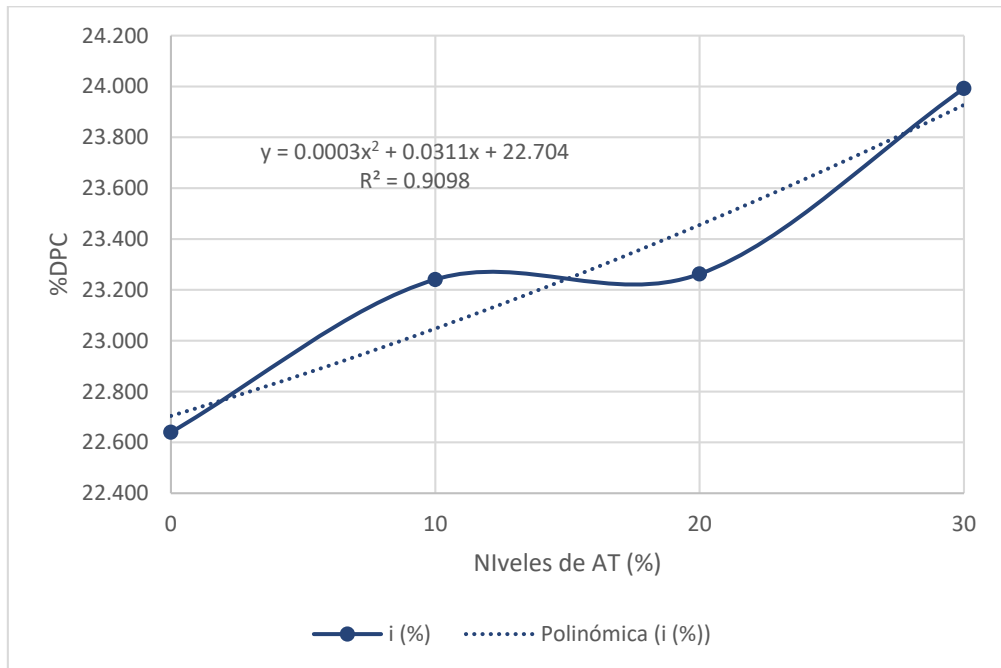


Figura 28

Porcentaje de degradabilidad de proteína cruda con respecto a la media del parametro DP, en los diferentes niveles de FP-AT.

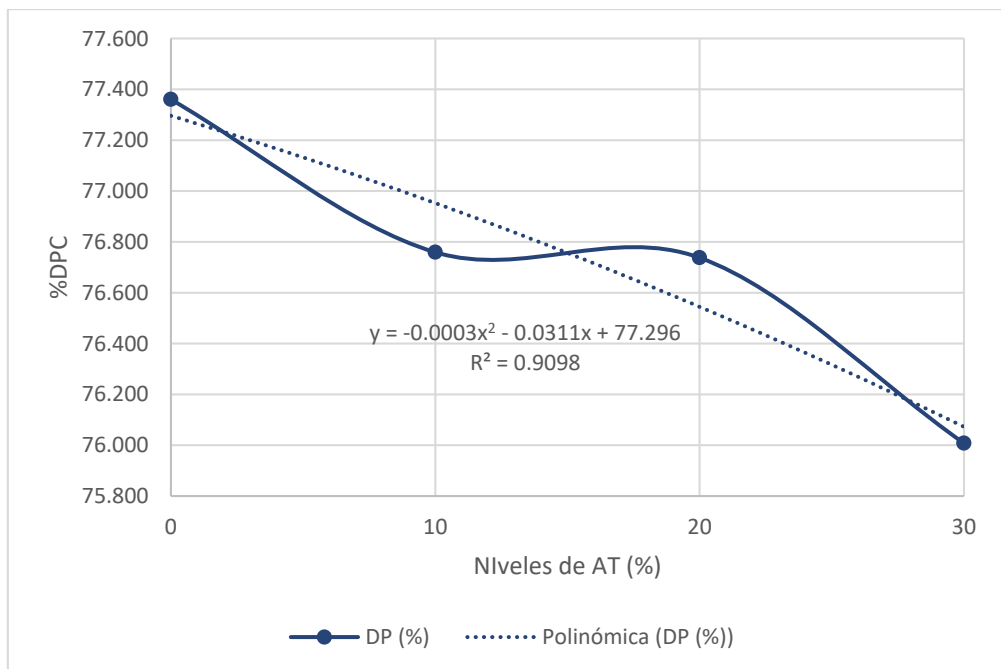


Figura 29

Porcentaje de degradabilidad de proteína cruda con respecto a la media del parámetro c, en los diferentes niveles de FP-AT.

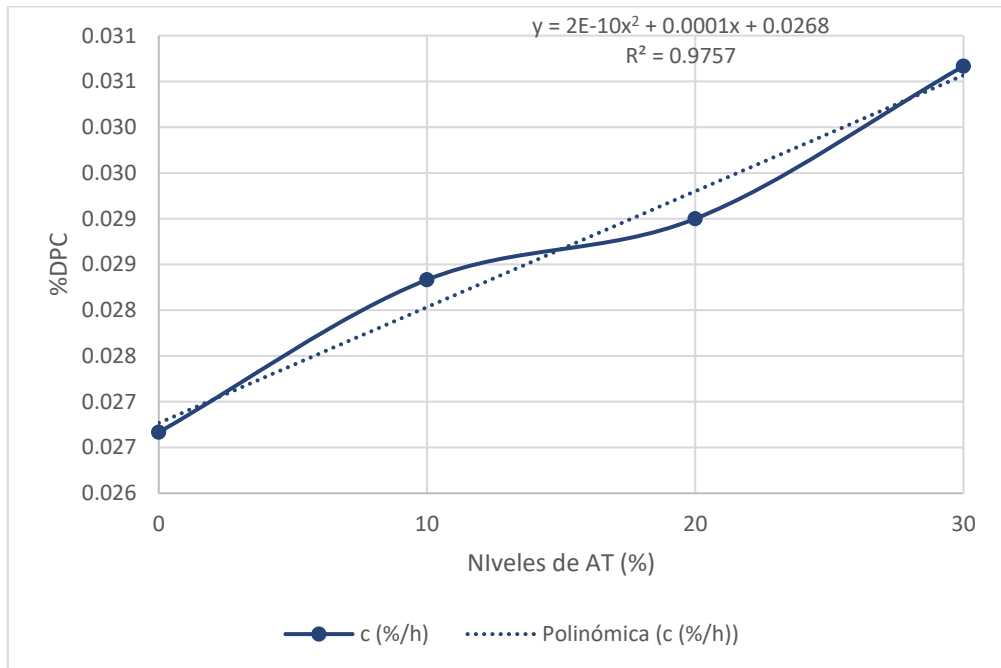


Figura 30

Porcentaje de degradabilidad de proteína cruda con respecto a la media de la DE a la tasa de pasaje de 2%/h, en los diferentes niveles de FP-AT.

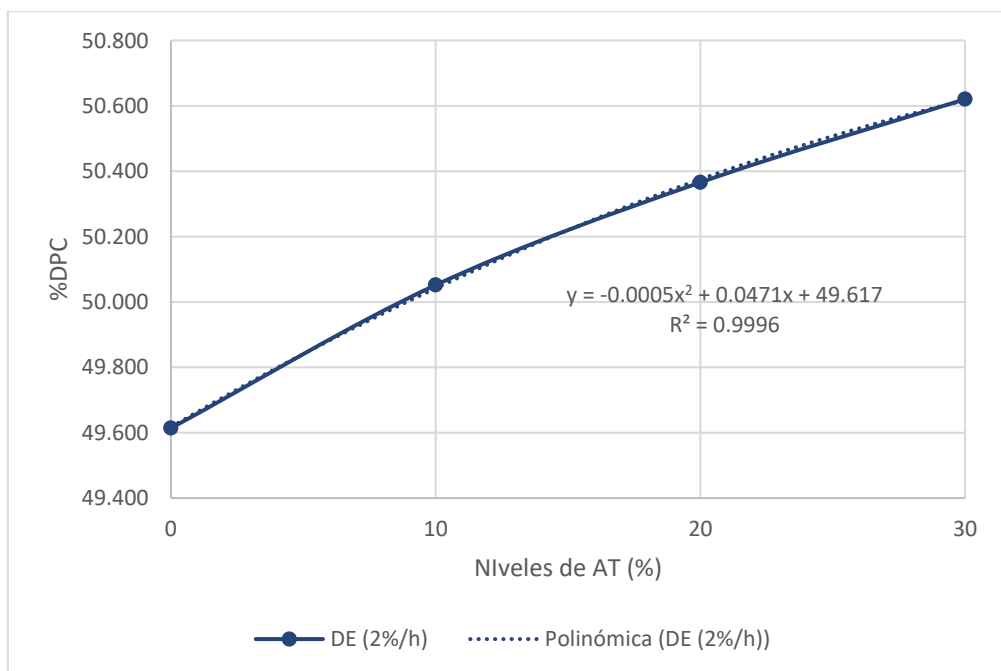


Figura 31

Porcentaje de degradabilidad de proteína cruda con respecto a la media de la DE a la tasa de pasaje de 5%/h, en los diferentes niveles de FP-AT.

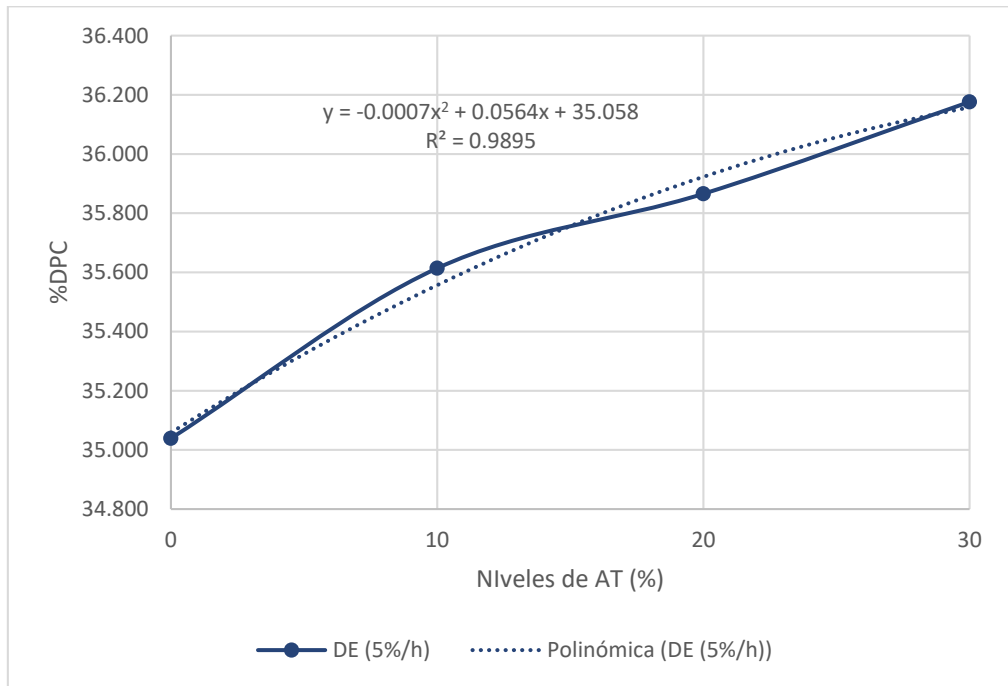
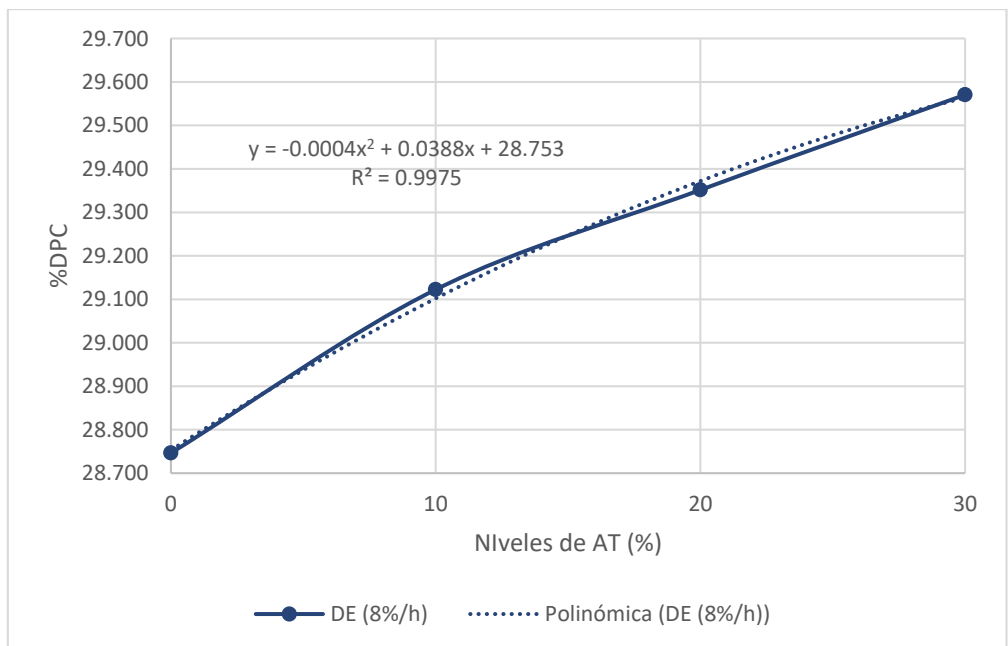


Figura 32

Porcentaje de degradabilidad de proteína cruda con respecto a la media de la DE a la tasa de pasaje de 8%/h, en los diferentes niveles de FP-AT.



Panel fotográfico

Foto 1: Obtención del ensilado



Foto 2: Pesado de muestras para la introducción al rumen



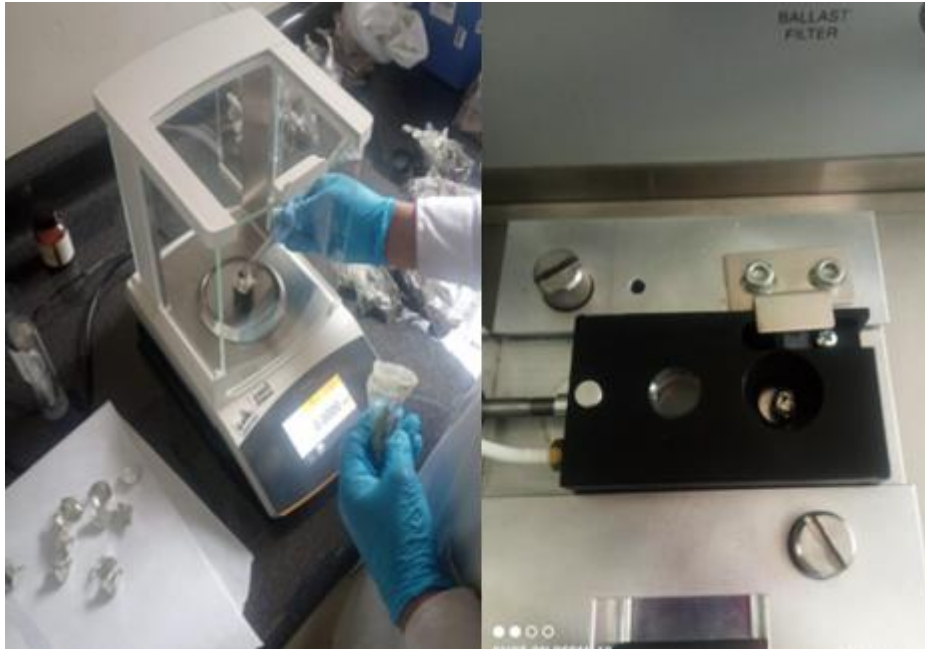
Foto 3: Proceso de incubación de los tratamientos a la alpaca según tiempos



Foto 4: Secado de muestras para registro de datos de la materia seca



Foto 5: Pesado de muestra para la lectura de proteína





"Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres" "Año de la Esperanza y el Fortalecimiento de la Democracia"

Huancavelica, 18 de Junio del 2026

MEMORANDO N° 000133-2026-UNH/EPZ

A: Dr. MANUEL CASTREJON VALDEZ ASESOR DE TESIS

ASUNTO: REMITO INFORME DE APROBACIÓN DE LOS JURADOS EVALUADORES DE TESIS PARA VERIFICACIÓN DEL INFORME FINAL A TRAVÉS DEL SOFTWARE ANTIPLAGIO DE PAZ DE ADRIANA ESCOBAR TAIPE Y VIOLETA EVA MENDOZA COMUN.

Referencia: INFORME 000004-2026-UNH/DAZ-AGCF (18JUN2026)

Fecha elaboración: Huancavelica, 18 de Junio de 2026

Mediante el presente me dirijo a usted, con la finalidad de remitirle el informe de aprobación de los jurados evaluadores de tesis de ESCOBAR TAIPE Paz de Adriana y MENDOZA COMUN Violeta Eva, titulado "DEGRADABILIDAD RUMINAL In situ DEL ENSILADO DE CEBADA CON NIVELES DE FOLLAJE DE PAPA Y AFRECHO DE TRIGO EN ALPACAS", para verificación del informe final de tesis a través del software antiplagio con un porcentaje igual o menor al treinta por ciento (30%) de coincidencia, conforme al artículo 17.12 del Reglamento de Grados y Títulos de la UNH.

Atentamente,

Documento Firmado Digitalmente

M.Sc. PAUL HERBER MAYHUA MENDOZA DIRECTOR DE ESCUELA PROFESIONAL ESCUELA PROFESIONAL DE ZOOTECNIA

PMM/jlc cc.:

N° Expediente: EPZ00020260000327



"Esta es una copia auténtica imprimible de un documento electrónico archivado por la Universidad Nacional de Huancavelica, aplicando lo dispuesto por el Art. 25 de D.S. 070-2013-PCM y la Tercera Disposición Complementaria Final del D.S. 026-2016-PCM". Su autenticidad e integridad pueden ser contrastadas a través. Dirección web: https://sgd.unh.edu.pe:8181/verifica/inicio.do Código de Verificación: XZPABON





"Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres"
"Año de la Esperanza y el Fortalecimiento de la Democracia"

Huancavelica, 23 de Junio del 2026

OFICIO N° 000427-2026-UNH/EPZ

Señor:

Dr. VICTOR GUILLERMO SANCHEZ ARAUJO
DECANO FCI

Presente. –

Asunto: REMITO DOCUMENTO DE ACUERDO AL ART. 17.12 DEL REGLAMENTO DE GRADOS Y TITULOS A FIN DE QUE LOS TESISISTAS PAZ DE ADRIANA ESCOBAR TAIBE y VIOLETA EVA MENDOZA COMUN CONTINUEN SU TRAMITE PARA SOLICITAR LUGAR, FECHA Y HORA PARA LA SUSTENTACIÓN.

Referencia: INFORME 000007-2026-UNH/DAZ-MCV (18JUN2026)

De mi consideración:

Es grato dirigirme a usted, para saludar cordialmente a nombre de la Escuela Profesional de Zootecnia y el mío propio, a la vez, remito **documento de acuerdo al Art. 17.12 del Reglamento de Grados y Titulos a fin de que los tesisistas continuen su tramite para solicitar lugar, fecha y hora para la sustentación** de la tesis titulada "DEGRADABILIDAD RUMINAL *In situ* DEL ENSILADO DE CEBADA CON NIVELES DE FOLLAJE DE PAPA Y AFRECHO DE TRIGO EN ALPACAS, presentado por **PAZ DE ADRIANA ESCOBAR TAIBE y VIOLETA EVA MENDOZA COMUN**

Hago propicia la oportunidad para expresarle el testimonio de mi especial consideración y estima personal.

Atentamente,

Documento Firmado Digitalmente

M.Sc. PAUL HERBER MAYHUA MENDOZA
DIRECTOR DE ESCUELA PROFESIONAL
ESCUELA PROFESIONAL DE ZOOTECNIA

PMM/jlc
cc.:

N° Expediente: EPZ00020260000333



"Esta es una copia auténtica imprimible de un documento electrónico archivado por la Universidad Nacional de Huancavelica, aplicando lo dispuesto por el Art. 25 de D.S. 070-2013-PCM y la Tercera Disposición Complementaria Final del D.S. 026-2016-PCM". Su autenticidad e integridad pueden ser contrastadas a través.
Dirección web: <https://sgd.unh.edu.pe:8181/verifica/inicio.do>
Código de Verificación: UZWN5T7





"Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres" "Año de la Esperanza y el Fortalecimiento de la Democracia"

Huancavelica, 18 de Junio del 2026

INFORME N° 000004-2026-UNH/DAZ-AGCF

A: PAUL HERBER MAYHUA MENDOZA DIRECTOR(A) DE ESCUELA PROFESIONAL ESCUELA PROFESIONAL DE ZOOTECNIA

ASUNTO: INFORME DE APROBACIÓN Y PASE A SUSTENTACIÓN.

Referencia: Resolución N° 0286-2026-D-FCI-R-UNH Resolución N° 0244-2026-D-FCI-R-UNH

Fecha elaboración: Huancavelica, 18 de Junio de 2026

Tengo el agrado de dirigirme a usted, así mismo en referencia al documento y en mi calidad de presidente del jurado evaluador, informar de la aprobación y pase a sustentación de la tesis titulada "DEGRADABILIDAD RUMINAL In situ DEL ENSILADO DE CEBADA CON NIVELES DE FOLLAJE DE PAPA Y AFRECHO DE TRIGO EN ALPACAS", presentado por los Bach. ESCOBAR TAIPE Paz de Adriana y Bach. MENDOZA COMUN Violeta Eva.

Es todo cuanto informo para conocimiento y demás fines.

Atentamente,

Documento Firmado Digitalmente

Dr. ALFONSO GREGORIO CORDERO FERNADNEZ PRESIDENTE DE JURADOS

ACF cc.:



N° Expediente:



"Esta es una copia auténtica imprimible de un documento electrónico archivado por la Universidad Nacional de Huancavelica, aplicando lo dispuesto por el Art. 25 de D.S. 070-2013-PCM y la Tercera Disposición Complementaria Final del D.S. 026-2016-PCM". Su autenticidad e integridad pueden ser contrastadas a través. Dirección web: https://sgd.unh.edu.pe:8181/verifica/inicio.do Código de Verificación: FANDSPP



UNIVERSIDAD NACIONAL DE
HUANCVELICA

DEPARTAMENTO ACADÉMICO DE
ZOOTECNIA



Firmado digitalmente por
CASTREJÓN VALDEZ Manuel FAU
20168014962 soft
Motivo: Soy el autor del documento
Fecha: 18.06.2026 12:53:09 -05:00

"Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres"
"Año de la Esperanza y el Fortalecimiento de la Democracia"

Huancavelica, 18 de Junio del 2026

INFORME N° 000007-2026-UNH/DAZ-MCV

A: **PAUL HERBER MAYHUA MENDOZA**
DIRECTOR(A) DE ESCUELA PROFESIONAL
ESCUELA PROFESIONAL DE ZOOTECNIA

ASUNTO: **REMITO INFORME DEL SOFTWARE ANTIPLAGIO DE PAZ DE ADRIANA ESCOBAR TAIPE Y VIOLETA EVA MENDOZA.**

Referencia: MEMORANDO 000133-2026-UNH/EPZ (18JUN2026)

Fecha elaboración: Huancavelica, 18 de Junio de 2026

Tengo el agrado de dirigirme a usted, remito informe del software Antiplagio de **PAZ DE ADRIANA ESCOBAR TAIPE Y VIOLETA EVA MENDOZA**, para su conocimiento y demas fines que crea conveniente.

Sin otro particular es propicia la ocasión para hacerle llegar las muestras de mi especial consideración.

Atentamente,

Documento Firmado Digitalmente

MANUEL CASTREJON VALDEZ
DIRECTOR(A) DE DEPARTAMENTO ACADÉMICO
DEPARTAMENTO ACADÉMICO DE ZOOTECNIA

MCV
cc.:



N° Expediente:



"Esta es una copia auténtica imprimible de un documento electrónico archivado por la Universidad Nacional de Huancavelica, aplicando lo dispuesto por el Art. 25 de D.S. 070-2013-PCM y la Tercera Disposición Complementaria Final del D.S. 026-2016-PCM". Su autenticidad e integridad pueden ser contrastadas a través. Dirección web: <https://sgd.unh.edu.pe:8181/verifica/inicio.do> Código de Verificación: **HC401C0**



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCAMELICA
FACULTAD DE CIENCIAS DE INGENIERÍA**



Decanatura

RESOLUCIÓN N° 0244-2026-D-FCI-R-UNH

Huancavelica, 27 de mayo de 2026.

VISTOS

Oficio N° 000364-2026-UNH/EPZ (27-05-2026) proveído N° 000934 (27-05-2026) presentado por el Director de la Escuela Profesional de Zootecnia, solicita modificación de la Resolución N°197-2026-D-FCI-R-UNH (28-04-2026) cambio de título del proyecto de tesis de la Escuela Profesional de Zootecnia, Facultad de Ciencias de Ingeniería, Universidad Nacional de Huancavelica y;

CONSIDERANDO

Que, de conformidad con lo previsto por el artículo 18° de la Constitución Política del Perú y el artículo 8° de la Ley Universitaria N°30220. Cada universidad es autónoma en su régimen normativo, de gobierno, académico, administrativo y económico. Las universidades se rigen por sus propios estatutos en el marco de la Constitución y de las Leyes; y; El Estado reconoce la autonomía universitaria. La autonomía inherente a las universidades se ejerce de conformidad con lo establecido en la Constitución, respetiva.

Que conforme al artículo 15° del Estatuto de la UNH, reformado con Resolución N°004-2026-AU-UNH (19.02.2026); establece que, la autonomía es inherente a la UNH; se ejerce de conformidad con la Constitución Política del Perú, la Ley Universitaria y demás normas. La autonomía es reconocida por el Estado y se manifiesta en los siguientes regímenes normativo gubernativo, académico, administrativo y económico.

Que, conforme al artículo 37 de la norma antes citada establece que las facultades gozan de autonomía académica, normativa, gubernativa, administrativa y económica, dentro del marco de la Ley y el Estatuto.

Que, según el artículo 18° del reglamento de grados y títulos de la Universidad Nacional de Huancavelica versión 1, aprobado con resolución N° 0430-2026-CU-UNH, de fecha 06-04-2026, La modificación del título de la tesis se realiza únicamente hasta antes de la emisión de la resolución de lugar y hora de sustentación. La modificación procede a solicitud de loa tesistas, previo informe elaborado y suscrito por el presidente del jurado de acuerdo al anexo 03, y se aprueba mediante resolución del Decano.

Que, según la Resolución de Decano N° 200-2023-FCI-UNH, de fecha 19 de junio del 2023, en su artículo segundo.- Se aprueba el proyecto de tesis titulado:



Este es un documento auténtico imprimible de un elemento electrónico archivado en la Universidad Nacional de Huancavelica, siguiendo lo dispuesto por el Art. 25° del D.S. 070.2013-PCM y la Tercera Disposición Complementaria Final del D.S. 026-2016-PCM. Su autenticidad e integridad pueden ser verificados a través de la siguiente dirección. <https://appunh.com/validar-documento/26e86022-640d-4e8a-b282-6ca1f9b38c1b/verificar>



UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCAMELICA
FACULTAD DE CIENCIAS DE INGENIERÍA



Decanatura

RESOLUCIÓN N° 0244-2026-D-FCI-R-UNH

Huancavelica, 27 de mayo de 2026.

“DEGRADABILIDAD RUMINAL *In situ* EN ALPACAS (*Vicugna pacos*) DEL ENSILADO DE CEBADA (*Hordeum vulgare*) CON NIVELES DE FOLLAJE DE PAPA (*Solanum tuberosum*) Y AFRECHO DE TRIGO”, presentada por **Paz de Adriana Escobar Taipe y Violeta Eva Mendoza Comun** de la Escuela Profesional de Zootecnia de la Facultad de Ciencias de Ingeniería, Universidad Nacional de Huancavelica.

Que, según la Resolución N° 0197-2026-D-FCI-R-UNH de fecha 28-04-2026 en su artículo primero.- Se modifica el artículo primero y segundo de la Resolución de Decano N° 200-2023-FCI-UNH (19-06-2023) en el que se consigna el cambio de título del proyecto de tesis titulado “DEGRADABILIDAD RUMINAL *In situ* DEL ENSILADO DE CEBADA CON NIVELES DE FOLLAJE DE PAPA Y AFRECHO DE TRIGO A DIFERENTES TIEMPOS DE INCUBACIÓN”, presentada por **Paz de Adriana Escobar Taipe y Violeta Eva Mendoza Comun** de la Escuela Profesional de Zootecnia de la Facultad de Ciencias de Ingeniería, Universidad Nacional de Huancavelica.

Que, con proveído N° 000934 de fecha 27-05-2026, el Decano de la Facultad de Ciencias de Ingeniería, autoriza al Secretario Docente emitir la resolución correspondiente.

Que, en uso de las atribuciones conferidas al Decano (a) por la Ley Universitaria, el Estatuto de la UNH, y la Resolución del Comité Electoral Universitario N°009-2024-CEU-AU-UNH (16-12-2024), que lo acredita como autoridad.

SE RESUELVE

ARTÍCULO PRIMERO.- MODIFICAR el artículo primero de la Resolución N°197-2026-D-FCI-R-UNH (28-04-2026) en el que se consigna el cambio de título del proyecto de tesis titulado “ DEGRADABILIDAD RUMINAL *In situ* DEL ENSILADO DE CEBADA CON NIVELES DE FOLLAJE DE PAPA Y AFRECHO DE TRIGO EN ALPACAS”, presentada por **Paz de Adriana Escobar Taipe y Violeta Eva Mendoza Comun** de la Escuela Profesional de Zootecnia de la Facultad de Ciencias de Ingeniería, Universidad Nacional de Huancavelica.

ARTÍCULO SEGUNDO .- DEJAR a salvo y subsistente los demás términos de la resolución.



Este es un documento auténtico imprimible de un elemento electrónico archivado en la Universidad Nacional de Huancavelica, siguiendo lo dispuesto por el Art. 25° del D.S. 070.2013-PCM y la Tercera Disposición Complementaria Final del D.S. 026-2016-PCM. Su autenticidad e integridad pueden ser verificados a través de la siguiente dirección. <https://appunh.com/validar-documento/26e86022-640d-4e8a-b282-6ca1f9b38c1b/verificar>





**UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCVELICA
FACULTAD DE CIENCIAS DE INGENIERÍA**



Decanatura

RESOLUCIÓN N° 0244-2026-D-FCI-R-UNH

Huancavelica, 27 de mayo de 2026.

ARTÍCULO TERCERO. - **DERIVAR** la presente resolución a interesadas, Dirección de la Escuela Profesional de Zootecnia, Unidad Funcional de Gestión de Grados y Títulos, Facultad de Ciencias de Ingeniería, Universidad Nacional de Huancavelica, para su conocimiento y trámite correspondiente.

Regístrese, comuníquese y archívese. -----



Firmado digitalmente por SANCHEZ ARAUJO Victor Guillermo FAU 20168014962 soft
Motivo: Soy el autor del documento
Fecha: 27.05.2026 17:26:36 -05:00

Dr. Víctor Guillermo Sánchez Araujo
Decano
Facultad de Ciencias de Ingeniería



Firmado digitalmente por SAEZ HUAMAN Wilfredo FAU 20168014962 soft
Motivo: Soy el autor del documento
Fecha: 27.05.2026 17:11:54 -05:00

Dr. Wilfredo Sáez Huamán
Secretario Docente
Facultad de Ciencias de Ingeniería



Este es un documento auténtico imprimible de un elemento electrónico archivado en la Universidad Nacional de Huancavelica, siguiendo lo dispuesto por el Art. 25° del D.S. 070.2013-PCM y la Tercera Disposición Complementaria Final del D.S. 026-2016-PCM. Su autenticidad e integridad pueden ser verificados a través de la siguiente dirección. <https://appunh.com/validar-documento/26e86022-640d-4e8a-b282-6ca1f9b38c1b/verificar>



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCVELICA
FACULTAD DE CIENCIAS DE INGENIERÍA**



Decanatura

RESOLUCIÓN N° 0286-2026-D-FCI-R-UNH

Huancavelica, 18 de junio de 2026.

VISTOS

Oficio N° 000416-2026-UNH/EPZ (17-06-2026) proveído N° 001133 (17-06-2026) presentado por el Director de la Escuela Profesional de Zootecnia, solicita modificación de la Resolución N°0222-2026-D-FCI-R-UNH (12-05-2026) cambio de título del proyecto de tesis de la Escuela Profesional de Zootecnia, Facultad de Ciencias de Ingeniería, Universidad Nacional de Huancavelica y;

CONSIDERANDO

Que, de conformidad con lo previsto por el artículo 18° de la Constitución Política del Perú y el artículo 8° de la Ley Universitaria N°30220. Cada universidad es autónoma en su régimen normativo, de gobierno, académico, administrativo y económico. Las universidades se rigen por sus propios estatutos en el marco de la Constitución y de las Leyes; y; El Estado reconoce la autonomía universitaria. La autonomía inherente a las universidades se ejerce de conformidad con lo establecido en la Constitución, respetiva.

Que conforme al artículo 15° del Estatuto de la UNH, reformado con Resolución N°004-2026-AU-UNH (19.02.2026); establece que, la autonomía es inherente a la UNH; se ejerce de conformidad con la Constitución Política del Perú, la Ley Universitaria y demás normas. La autonomía es reconocida por el Estado y se manifiesta en los siguientes regímenes normativo gubernativo, académico, administrativo y económico.

Que, conforme al artículo 37 de la norma antes citada establece que las facultades gozan de autonomía académica, normativa, gubernativa, administrativa y económica, dentro del marco de la Ley y el Estatuto.

Que, según el artículo 18° del reglamento de grados y títulos de la Universidad Nacional de Huancavelica versión 1, aprobado con resolución N° 0430-2026-CU-UNH, de fecha 06-04-2026, La modificación del título de la tesis se realiza únicamente hasta antes de la emisión de la resolución de lugar y hora de sustentación. La modificación procede a solicitud de loa tesistas, previo informe elaborado y suscrito por el presidente del jurado de acuerdo al anexo 03, y se aprueba mediante resolución del Decano.

Que, según la Resolución de Decano N° 200-2023-FCI-UNH, de fecha 19 de junio del 2023, en su artículo segundo.- Se aprueba el proyecto de tesis titulado:



Este es un documento auténtico imprimible de un elemento electrónico archivado en la Universidad Nacional de Huancavelica, siguiendo lo dispuesto por el Art. 25° del D.S. 070.2013-PCM y la Tercera Disposición Complementaria Final del D.S. 026-2016-PCM. Su autenticidad e integridad pueden ser verificados a través de la siguiente dirección: <https://appunh.com/validar-documento/6b373253-999b-48ff-a773-af9afaa99482/verificar>





UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCAMELICA
FACULTAD DE CIENCIAS DE INGENIERÍA



Decanatura

RESOLUCIÓN N° 0286-2026-D-FCI-R-UNH

Huancavelica, 18 de junio de 2026.

“DEGRADABILIDAD RUMINAL *In situ* EN ALPACAS (*Vicugna pacos*) DEL ENSILADO DE CEBADA (*Hordeum vulgare*) CON NIVELES DE FOLLAJE DE PAPA (*Solanum tuberosum*) Y AFRECHO DE TRIGO”, presentada por **Paz de Adriana Escobar Taipe y Violeta Eva Mendoza Comun** de la Escuela Profesional de Zootecnia de la Facultad de Ciencias de Ingeniería, Universidad Nacional de Huancavelica.

Que, según la Resolución N° 0197-2026-D-FCI-R-UNH de fecha 28-04-2026 en su artículo primero.- Se modifica el artículo primero y segundo de la Resolución de Decano N° 200-2023-FCI-UNH (19-06-2023) en el que se consigna el cambio de título del proyecto de tesis titulado “DEGRADABILIDAD RUMINAL *In situ* DEL ENSILADO DE CEBADA CON NIVELES DE FOLLAJE DE PAPA Y AFRECHO DE TRIGO A DIFERENTES TIEMPOS DE INCUBACIÓN”, presentada por **Paz de Adriana Escobar Taipe y Violeta Eva Mendoza Comun** de la Escuela Profesional de Zootecnia de la Facultad de Ciencias de Ingeniería, Universidad Nacional de Huancavelica.

Que, según la Resolución N° 0222-2026-D-FCI-R-UNH de fecha 12-05-2026 en su artículo primero.- Se designa a los miembros del Jurado evaluador para revisión y evaluación del informe final de tesis titulado: “DEGRADABILIDAD RUMINAL *In situ* DEL ENSILADO DE CEBADA CON NIVELES DE FOLLAJE DE PAPA Y AFRECHO DE TRIGO A DIFERENTES TIEMPOS DE INCUBACIÓN”, presentada por **Paz de Adriana Escobar Taipe y Violeta Eva Mendoza Comun** de la Escuela Profesional de Zootecnia de la Facultad de Ciencias de Ingeniería, Universidad Nacional de Huancavelica, a los siguientes Docentes: Dr. Alfonso Gregorio Cordero Fernández (presidente), Dr. José Luis Conteras Paco (**secretario**), Mg. Blas Reymundo Condor (vocal), M Sc. Omar Daniel Siguas Robles (accesitario) y M.Sc. Hebert Ernesto Ramos Acuña (accesitario)

Que, con proveído N° 001133 de fecha 17-06-2026, el Decano de la Facultad de Ciencias de Ingeniería, autoriza al Secretario Docente emitir la resolución correspondiente.

Que, en uso de las atribuciones conferidas al Decano (a) por la Ley Universitaria, el Estatuto de la UNH, y la Resolución del Comité Electoral Universitario N°009-2024-CEU-AU-UNH (16-12-2024), que lo acredita como autoridad.



Este es un documento auténtico imprimible de un elemento electrónico archivado en la Universidad Nacional de Huancavelica, siguiendo lo dispuesto por el Art. 25° del D.S. 070.2013-PCM y la Tercera Disposición Complementaria Final del D.S. 026-2016-PCM. Su autenticidad e integridad pueden ser verificados a través de la siguiente dirección. <https://appunh.com/validar-documento/6b373253-999b-48ff-a773-af9afaa99482/verificar>



UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCAMELICA
FACULTAD DE CIENCIAS DE INGENIERÍA



Decanatura

RESOLUCIÓN N° 0286-2026-D-FCI-R-UNH

Huancavelica, 18 de junio de 2026.

SE RESUELVE

ARTÍCULO PRIMERO.- MODIFICAR el artículo primero de la Resolución N°0222-2026-D-FCI-R-UNH (12-05-2026) en el que se consigna el cambio de título en la designación a los miembros del Jurado evaluador para revisión y evaluación del informe final de tesis titulado “DEGRADABILIDAD RUMINAL *In situ* DEL ENSILADO DE CEBADA CON NIVELES DE FOLLAJE DE PAPA Y AFRECHO DE TRIGO EN ALPACAS”, presentada por **Paz de Adriana Escobar Taipe y Violeta Eva Mendoza Comun** de la Escuela Profesional de Zootecnia de la Facultad de Ciencias de Ingeniería, Universidad Nacional de Huancavelica.

ARTÍCULO SEGUNDO .- **DEJAR** a salvo y subsistente los demás términos de la resolución.

ARTÍCULO TERCERO. - **DERIVAR** la presente resolución a interesadas, Dirección de la Escuela Profesional de Zootecnia, Unidad Funcional de Gestión de Grados y Títulos, Facultad de Ciencias de Ingeniería, Universidad Nacional de Huancavelica, para su conocimiento y trámite correspondiente.

Regístrese, comuníquese y archívese. -----



Firmado digitalmente por SANCHEZ
ARAUJO Victor Guillermo FAU
20168014962 soft
Motivo: Soy el autor del documento
Fecha: 18.06.2026 09:58:09 -05:00

Dr. Víctor Guillermo Sánchez Araujo
Decano
Facultad de Ciencias de Ingeniería



Firmado digitalmente por SAEZ
HUAMAN Wilfredo FAU 20168014962
soft
Motivo: Soy el autor del documento
Fecha: 18.06.2026 09:54:04 -05:00

Dr. Wilfredo Sáez Huamán
Secretario Docente
Facultad de Ciencias de Ingeniería



Este es un documento auténtico imprimible de un elemento electrónico archivado en la Universidad Nacional de Huancavelica, siguiendo lo dispuesto por el Art. 25° del D.S. 070.2013-PCM y la Tercera Disposición Complementaria Final del D.S. 026-2016-PCM. Su autenticidad e integridad pueden ser verificados a través de la siguiente dirección.
<https://appunh.com/validar-documento/6b373253-999b-48ff-a773-af9afaa99482/verificar>