



Resolución Consejo Directivo FCV N° 408 / 2025 - FCV SCDyRRII

General Pico, 27 de Octubre de 2025.-

VISTO:

El Expediente N° 717/2025 (registro de la Facultad de Ciencias Veterinarias de la Universidad Nacional de La Pampa), caratulado: *“Presentación de un nuevo proyecto de investigación de los profesionales PhD. Aníbal Javier PORDOMINGO y Dr. Claudio TOBAL”* y,

CONSIDERANDO:

Que mediante Resolución N° 100/99 y su modificatoria N° 088/2002, ambas del Consejo Superior de la Universidad Nacional de La Pampa, se aprueban las definiciones y pautas para la presentación, acreditación, ejecución y seguimiento de Programas y Proyectos de Investigación.

Que el Proyecto de Investigación: *“Efecto del procesado del grano sobre el comportamiento productivo y la característica de la res de novillos terminados a corral”*, bajo la dirección del PhD. Aníbal Javier PORDOMINGO y la co-dirección del Dr. Claudio TOBAL, en el que participan en carácter de Investigadores las y los profesionales Dra. Adriana Beatriz PORDOMINGO, Esp. Marcelo SIERRO, M.V. Joaquín BARALE, M.V. María del Rosario SOBARZO y el Mg. Gabriel GENERO y en carácter de Asistentes de Investigación los estudiantes de la carrera Medicina Veterinaria Julio TORRES, Nicolás CÀRDENAS y Gastón SCHUMUKER, ha sido presentado de acuerdo con las normas vigentes y aprobado por el Comité Científico de la Facultad de Ciencias Veterinarias de la Universidad Nacional de La Pampa.

Que tendrá una duración de treinta y seis (36) meses, a partir del 01 de enero de 2026 y hasta el 31 de diciembre de 2028.

Que de acuerdo a la presentación el citado proyecto es de Investigación Aplicada.

Que participa en su desarrollo la cátedra Producción de Bovinos para Carne de la Facultad de Ciencias Veterinarias de la Universidad Nacional de La Pampa.



Que el Artículo 5° Anexo I de la Resolución N° 100/99 y su modificatoria N° 88/02 del Consejo Superior, estipula que: *“Todo Programa y todo Proyecto de Investigación que obtenga dos (2) evaluaciones externas favorables será acreditado mediante resolución del Consejo Directivo de cada Facultad a la que pertenezca”*.

Que cuenta con dos (2) evaluaciones externas satisfactorias.

Que las evaluaciones fueron realizadas por la Dra. Alejandra PLANISICH (UNR) y LA Dra. María Belén BUGLIONE (UNRN).

Que en Sesión Ordinaria del Consejo Directivo del día 27 de Octubre de 2025, puesta la acreditación del Proyecto de Investigación a consideración de los/as Sres/as. Consejeros/as, se aprueba por unanimidad.

POR ELLO:

EL CONSEJO DIRECTIVO DE LA FACULTAD DE CIENCIAS VETERINARIAS

R E S U E L V E:

ARTICULO 1°: Acreditar como Proyecto de Investigación de la Facultad de Ciencias Veterinarias de la Universidad Nacional de La Pampa, el proyecto denominado: *“Efecto del procesado del grano sobre el comportamiento productivo y la característica de la res de novillos terminados a corral”*, bajo la dirección del PhD. Aníbal Javier PORDOMINGO y la co-dirección del Dr. Claudio TOBAL, participando en carácter de Investigadores las y los profesionales Dra. Adriana Beatriz PORDOMINGO, Esp. Marcelo SIERRO, M.V. Joaquín BARALE, M.V. María del Rosario SOBARZO y el Mg. Gabriel GENERO y en carácter de Asistentes de Investigación los estudiantes de la carrera Medicina Veterinaria Julio TORRES, Nicolás CÀRDENAS y Gastón SCHUMUKER, el cual contiene quince (15) folios y consta en el Anexo de la presente Resolución.

ARTICULO 2°: El proyecto tendrá una duración de veinticuatro (24) meses, a partir del 01 de enero de 2026 y hasta el 31 de diciembre de 2027.

ARTICULO 3°: Regístrese, comuníquese. Tomen conocimiento los/as interesados/as, Secretaría de Investigación y Posgrado, PhD. Aníbal Javier PORDOMINGO, Dr. Claudio TOBAL. Cumplido, archívese.

Esp. Sergio Gentili
a cargo de la Presidencia del Consejo Directivo

*Facultad de Ciencias Veterinarias
Universidad Nacional de La Pampa*



Corresponde a Resolución N° 408/2025

ANEXO

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN: EFECTO DEL PROCESADO DEL GRANO
SOBRE EL COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO Y LA CARACTERÍSTICA DE
LA RES DE NOVILLOS TERMINADOS A CORRAL

INTEGRANTES

Apellido y Nombre	Cuil	Firma
Pordomingo, Aníbal	20-14341828-7	
Tobal, Claudio	20217044643	
Pordomingo, Adriana	27239722070	
Sierro, Marcelo	20-20589115-4	
Barale, Joaquín	20-40609489-9	
Sobarzo, Rosario	27353104948	
Torres, Julio	20398215079	
Cardenas, Nicolás	20406161375	
Schmuker, Gastón	20406109195	

Genaro, Gabriel 2031251190

Corresponde a Resolución N° 408/2025

UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA PAMPA
Facultad de Ciencias Veterinarias

1. IDENTIFICACIÓN del PROYECTO

1.1. TÍTULO del PROYECTO: Efecto del procesado del grano sobre el comportamiento productivo y la característica de la res de novillos terminados a corral.

1.2. TIPO de INVESTIGACIÓN: Aplicada.

1.3. CAMPO de APLICACIÓN PRINCIPAL: (Ver Códigos en Planilla Adjunta).

1.4. CAMPOS de APLICACIÓN POSIBLES: (Ver Códigos en Planilla Adjunta).

1.5. ÁREA DE CONOCIMIENTO: Agropecuarias y del ambiente.

1.6 SUBÁREA DE CONOCIMIENTO: Ciencias Veterinaria.

2. INSTITUCIONES Y PERSONAL QUE INTERVIENEN EN EL PROYECTO

2.1. AREAS, DEPARTAMENTOS Y/O INSTITUTOS: Catedra de Producción de Bovinos para Carnes FCV UNLPam.

2.2. OTRAS INSTITUCIONES:

2.3. EQUIPO DE TRABAJO:

2.3.1. INTEGRANTES

Apellido y Nombre	CUIL	Título Académico	Categoría Invest.	Responsabilidad (1)	Cátedra o Institución	Cargo y Dedicación	Tiempo dedicac. Hs/Sem
Pordomingo, Aníbal Javier	20-14341828/7	PhD	II	D	Prod. Bovinos para carne	Prof. Adj. simple	2
Tobal, Claudio	20-21704464/3	Dr.	III	Co-D	Prod. Bovinos para carne	Prof. Adj. Exclusivo	10
Pordomingo, Adriana Beatriz	27-23972207/0	Dra.	S/C	I	Química, Fac C. Exact y Nat, UNLPam	Prof. Adj. simple	5
Sierro, Marcelo	20-20589115/4	Esp.	V	I	Prod. Bovinos para carne	JTP Semi Ex	5
Barale, Joaquin	20-40609489/9	M.V.	S/C	I	Prod. Bovinos para carne	Ay. 1° Simple	2

Corresponde a Resolución N° 408/2025

Sobarzo, M. Rosario	27-35310494/8	MV	S/C	I	Prod. Bovinos para carne	Ay. 1° Simple	2
Genero Gabriel	20-31276119/0	Mg.	V	I	Nutrición Animal	Prof. Adj. exclusivo	6
Torres Julio	20-39821507/9	Estudiante	-	AI	Medicina Veterinaria	-	2
Cardenas Nicolás	20-40616137/5	Estudiante	-	AI	Medicina Veterinaria	-	2
Schumuker Gastón	20-40610919/5	Estudiante	-	AI	Medicina Veterinaria	-	2

(I) D: Director, CD: Co-Director, A: Asesor, I: Investigador, AI: Asistente de Investigación.

2.3.1. BECARIOS:

Apellido y Nombre	Organismo que Financia	Tipo de Beca	Director	Tiempo de Dedicac. Hs./Sem.

2.3.2. TESISISTAS:

Apellido y Nombre	Título Académico al que Aspira	Título Proyecto De Tesis	Organismo	Director	Tiempo de Dedicac. Hs./Sem.

2.3.3. PERSONAL DE APOYO:

Apellido y Nombre	Categoría (Adm., Lab., Campo, etc.)	Tiempo de Dedicac. Hs./Sem.

2.3.4. INVESTIGADORES EN PLAN de TESIS:

Apellido y Nombre	Función	Título Proyecto de Tesis	Tiempo de Dedicac. Hs./Sem.

3. DURACIÓN ESTIMADA DEL PROYECTO: 36 meses

3.1. FECHA DE INICIO: 1/01/2026 **FINALIZACIÓN:** 31/12/2028

Corresponde a Resolución N° 408/2025

4. RESUMEN DEL PROYECTO: El procesado del grano de maíz (GM) expone el almidón al licor ruminal y la fracción que escapa a la fermentabilidad ruminal es digerida por enzimas y se absorben como glucosa, de esta manera mejora la digestibilidad del grano logrando mayor eficiencia de conversión, homogeneidad en la terminación y un menor riesgo de engrasamiento temprano. El objetivo es estudiar los efectos del procesamiento del grano sobre la eficiencia y la composición del aumento de peso en novillos en terminación a corral. El proyecto propone dos experimentos donde compararán dietas que difieren en el procesado del (GM). En el (Experimento 1), se utilizarán 192 novillitos Angus distribuidos al azar en 48 corrales, 4 animales por corral, para comparar la respuesta animal a 8 dietas con diferentes procesados del (GM) y sus mezclas. El (Experimento 2) estudiará los efectos del tipo de procesado del (GM) en 3 dietas, con monitoreo de crecimiento y composición del engorde en 180 días, se utilizarán 160 novillitos Angus distribuidos al azar en 40 corrales de a 4 por corral. En ambos se evaluará el aumento de peso (ADPV), consumo de materia seca (CMS), conversión ($IC = CMS/ADPV$) y los parámetros de res (peso = Res, y rendimiento al gancho en caliente = $R_{to\ res}$), espesor de grasa subcutánea dorsal (EGD), área de ojo del bife (AOB), marbling a la faena y se determinará el contenido de almidón en alimentos y en heces. Los datos se analizarán en un diseño totalmente aleatorizado con medidas repetidas en el tiempo (GLM, SAS, 2012). Las medias se separarán por Pdiff (Fisher) cuando se detecte un valor de $P < 0.05$.

4.1 Palabras clave: Procesado del grano, Eficiencia de conversión, Característica de res, Terminación a corral.

Effect of grain processing on productive performance and characteristics of steers finished in corral

4.2. Abstract: Processing exposes the starch to the ruminal liquor and the fraction that escapes rumen fermentability is digested by enzymes and absorbed as glucose, thus improving the digestibility of the dry matter of the grain and starch, achieving greater conversion efficiency, homogeneity in finishing and a lower risk of early fattening. The objective is to study the effects of grain processing on the efficiency and composition of weight gain in corral-finished steers. This project proposes two experiments comparing diets that differ in corn grain processing on animal production and efficiency, including effects on carcass parameters. In (Experiment 1) 8 diets will be compared in animal response, they will vary in the processing of the corn grain and its mixtures, 192 Angus steers will be used, randomly distributed in 48 pens with 4 animals per pen. They will be evaluated in weight gain (ADPV), dry matter intake (CMS), conversion ($IC = CMS/ADPV$) and carcass parameters (weight = Carcass, and hot hook yield = $R_{to\ carcass}$), dorsal subcutaneous fat thickness (EGD), eye of the rib area (AOB) and marbling at slaughter. In (Experiment 2) the effects of the type of grain processing in 3 diets will be studied with monitoring of growth and fattening composition up to 180 days of fattening. 160 Angus steers will be used, randomly distributed in 40 pens of 4 per pen. It will be determined: live weight (LW), (ADPV), (CMS), ($IC_{conv} = CMS/ADPV$). CMS in relation to LWm ($CMSPV$) and IC_{conv} for the entire fattening period and for each period, (EGD) and (AOB) will be evaluated by ultrasound. In both experiments, starch content in food and feces will be determined and data will be analysed in a completely randomised design with repeated measures over time (GLM, SAS, 2012). Means will be separated by Pdiff (Fisher) when a P value < 0.05 is detected.

Corresponde a Resolución N° 408/2025

4.3. Keywords: Grain processing, Conversion efficiency, characteristic carcass, feedlot.

5. INTRODUCCIÓN y ANTECEDENTES

5.1. INTRODUCCIÓN, MANEJO DE FUENTES BIBLIOGRÁFICAS Y DESCRIPCIÓN DE LA SITUACIÓN ACTUAL DEL PROBLEMA.

El grano es el componente mayoritario en las dietas de feedlot clásico de bovinos. Comúnmente excede el 65% del total del alimento y define la oferta de energía metabolizable y las características físicas del alimento. El tipo de grano (McCollough et al., 1972; Perry, 1976) y el procesado o la presentación (Rooney y Pflugfelder, 1986; Stock et al., 1987 ab) condicionan el grado de aprovechamiento.

Aún con dietas de alto energía (ricas en almidón), el rumen es el sitio principal de utilización del grano. La fermentación ruminal es el proceso fundamental para generar la energía necesaria para el crecimiento y engorde (Owens et al., 1997). En ese sitio se fermenta la mayor parte de la fracción digestible del grano (60 al 85%) y la mayor proporción del almidón (más del 90%) si ha sido expuesto al licor ruminal (Owens et al., 1997, Huck et al., 1998; Philippeau et al., 1999 a,b; Cooper et al., 2002b).

El intestino delgado es otro sitio de utilización del almidón (Owens et al., 1986). Esa digestión complementaria que puede ocurrir a nivel de tracto digestivo inferior hace que la digestibilidad del almidón sea casi completa (92 al 99%) (Waldo, 1973; Philippeau et al., 1999a; Pordomingo et al., 2002b). Pero, el tipo de almidón y el procesado del grano tienen una influencia directa sobre la tasa y sitio de digestión (Galyean et al., 1976; Nocek y Tamminga, 1991). Los granos de trigo y cebada poseen un almidón de mayor degradabilidad ruminal que el sorgo y el maíz (Boeto y Melo, 1990; Herrera-Saldana et al., 1990; Waldo, 1973). Estos últimos tienen una estructura proteica entre gránulos que impide la rápida exposición al licor ruminal y retarda el ataque microbiano (Rooney y Pflugfelder, 1986). Entre los maíces podrían citarse diferencias similares al comparar dentados, semi-dentados y duros. Philippeau et al. (1999a) reportó rangos 40,6 a 77,6% de fermentabilidad ruminal del almidón, con los maíces vitreos tipo *flint* en el extremo inferior y los más harinosos tipo *dent* en el superior. Similares resultados fueron obtenidos por Maresca et al. (2002).

El procesado de los granos apunta a mejorar la digestibilidad de la materia seca del grano y del almidón (Brenttheurer, 1986), incrementar la tasa de pasaje de la ingesta a lo largo del tracto digestivo (Galyean et al., 1976; McNeill et al., 1976; Theurer, 1986; Huck et al., 1998; Brown et al., 2000b), y mejorar el aprovechamiento, en particular de los granos pequeños o duros (Perry, 1976; Ewing et al., 1986; Philippeau et al., 1999a). Las formas de procesado son diversas y tienen resultados diferentes según se trate de granos secos o húmedos. Sin embargo, existe siempre una fracción de almidón que escapa a la fermentación ruminal y que alcanza el intestino delgado donde puede ser digerida enzimáticamente y absorbida directamente como monómeros o dímeros de glucosa. El escape de almidón hacia el intestino delgado puede incluso mejorar la eficiencia de utilización de la dieta por su digestión directa (Waldo, 1973; Philippeau et al., 1999a), afectar el sitio de digestión del nitrógeno, y eventualmente mejorar la eficiencia de conversión de la materia seca (Russell et al., 1981; Streeter et al., 1989). Este mecanismo, sin embargo, es limitado porque la capacidad intestinal para remover almidón de la ingesta es inferior a la de los monogástricos (Huck et al., 1998; Owens et al., 1986; Russell et al., 1981; Swanson et al., 2002).

La molienda, el micronizado y el aplastado mejoran la exposición ruminal del almidón en cada tipo de grano (Cooper et al., 2002a,b; Brenttheurer, 1986). El cambio es más significativo en los de

Corresponde a Resolución N° 408/2025

endosperma corneo (duros), pero en los de tipo dent (harinosos) la exposición alcanza los valores máximos (Chandrashekar y Kirleis, 1988; Philippeau et al., 1999a,b).

En Argentina se ha difundido el uso del grano entero de maíz por la reducción de costos. El tamaño del grano de maíz entero obliga al animal a la rumia y lo procesa en la masticación a fracciones menores (quebrado) y fracciones aplastadas (maceradas). Pordomingo et al. (2002a) evaluaron la proporción de grano de maíz en heces en una pérdida del 4 al 9% del grano consumido en una dieta de alto grano y baja fibra. Esas pérdidas pueden ser o no de significación dependiendo de las características del feedlot, experimentalmente no fueron detectadas como relevantes sobre el aumento de peso y la eficiencia de conversión. Hibberd et al. (1982), Britton et al. (1986), Reinhardt et al. (1998), Loerch y Fluharty (1998a) y Hejazi et al. (1999), indicaron que, por su tamaño y densidad, el grano de maíz dentado o semi-dentado puede ser utilizado entero sin pérdidas de digestibilidad potencial en dietas de alta concentración de energía metabolizable para animales en confinamiento.

Experimentos comparativos de las formas de procesamiento del grano de maíz han encontrado respuestas similares en aumento de peso al comparar dietas basadas en entero versus molido, partido, aplastado o procesado en copos (Guthrie et al., 1992; Mader et al., 1993; Hill et al., 1996; Mabuku et al., 1996; Loerch y Fluharty, 1998a,b; Reinhardt et al., 1998; Hejazi et al., 1999). En algunos casos se han detectado mejoras en la eficiencia de conversión (Secrist et al., 1996 a, b), y en otros un mayor consumo de materia seca en dietas ofrecidas ad libitum (Guthrie et al., 1992; Bartle y Preston, 1992; Murphy et al., 1994b). Todas las experiencias coinciden, sin embargo, en que el tipo de maíz utilizado fue harinoso (floury) del tipo dent (dentado y semi-dentado), y de buen tamaño.

Pordomingo et al. (2004) exploraron el uso del grano entero versus molido en dietas de corral con alto grano (60% de maíz, 29% de harina de girasol, 8% de heno de alfalfa y un núcleo vitamínico y mineral) en terneros de destete precoz (60 a 70 días de vida) sin encontrar diferencias de significación productiva en tres estratos de peso vivo inicial. Los terneros más pequeños utilizaron con igual o mayor eficiencia el grano que los de mayor peso al destete.

Murphy et al. (1994a) no encontraron diferencias en la digestión de almidón proveniente de una dieta basada en maíz entero y sin fibra, comparada con una equivalente con maíz aplastado, cuando la oferta de alimento no fue restringida. Resultados que fueron confirmados en Argentina (Pordomingo et al., 2002b; Maresca et al., 2002). Sin embargo, cuando se restringió la oferta de alimento al 70% del consumo voluntario, la digestibilidad del almidón proveniente del grano entero fue inferior a la del almidón de grano aplastado. De manera similar, Turgeon et al. (1988) encontraron diferencias en la digestibilidad del grano de maíz cuando alimentaron novillos con maíz entero o partido en dietas sin fibra larga y a 2,3 veces el nivel de mantenimiento.

En un análisis conjunto de 605 ensayos de alimentación en confinamiento que incluyó información de 22.834 animales, Owens et al. (1997) concluyeron que el potencial del maíz entero para aumento de peso es equivalente al del maíz aplastado en seco o en húmedo, incluso superior al del ensilaje de grano húmedo, con buenas eficiencias de conversión. Surgió también que la eficiencia energética (estimada como energía metabolizable) del grano de maíz ofrecido entero podría ser superior al ofrecido aplastado. Entre las explicaciones, se argumentó que: a) el menor contenido de fibra de las dietas de feedlot que incluyen maíz entero, comparadas con las que utilizan maíz aplastado podría inflar el valor del grano entero por transferir al grano una cualidad propia de toda la dieta, menos fibra (Owens et al., 1997); b) el grano entero promueve una mayor salivación (mayor efecto fibra efectiva) y mayor pH ruminal con lo que se esperaría una reducción de la acidosis subclínica y un mayor consumo (Britton y Stock, 1986; Stock et al., 1995); c) los efectos asociativos negativos entre el almidón y la fibra en el rumen podrían ser inferiores en dietas con

Corresponde a Resolución N° 408/2025

maíz entero que en dietas con grano aplastado o molido, consecuencia de una mayor estabilidad ruminal (Zinn y Owens, 1983); y d) si la digestión grano no se afecta, el uso de grano entero promueve a un mayor pasaje de partículas de almidón sin fermentar en el rumen hacia el tracto inferior.

Pero todos los estudios de respuesta animal como las experiencias empíricas comerciales no han explorado la interacción del ofrecido entero o el procesamiento del grano con la composición de la ganancia de peso y la dinámica del engrasamiento del animal. Las dietas del engorde a corral se formulan en función de expectativas de ganancia de peso y apreciación externa de expertos (compradores) del grado de terminación del animal (engrasamiento de cobertura), pero esos indicadores son incompletos y fallan en reflejar la composición de la ganancia y su variabilidad. En ese sentido, animales de aspecto externo similar resultan en rendimientos diferentes de res y de carne. En la práctica, la formulación de dietas, más allá de la degradabilidad ruminal de las fuentes proteicas y nitrogenadas, no tiene en consideración aspectos como el sitio de digestión de los almidones y sus efectos sobre la duración del engorde y la composición de la carne.

Por lo antes expuesto, se asume que la digestión intestinal del almidón podría mejorar la eficiencia nutricional de una dieta debido a la mayor eficiencia de absorción directa de la fuente de energía como glucosa o sus dímeros, comparada con el proceso fermentativo ruminal. En contrapartida, el efecto de la carga intestinal con glucosa podría afectar la forma de ingreso de la energía al animal y a su dinámica hormonal, en particular la insulina, vinculados en la modulación del crecimiento y el engrasamiento (Reynolds, 2006). Sería previsible que la mayor circulación de insulina en los tejidos con mayor carga de glucosa circulante promueva la deposición ácidos grasos en los tejidos de reserva (grasas), en competencia con el desarrollo o hipertrofia muscular, o la producción de leche (Gong et al., 2002; Reynolds, 2006). En términos prácticos, podría promoverse el engrasamiento y con ello la terminación.

Aunque la investigación arriba citada no es concluyente y expone como controversial el procesado del grano de maíz, empíricamente, en el feedlot comercial de producción de alta escala, se avanza hacia el uso de granos con alto grado de procesamiento o tratamientos húmedos. Se persigue en primera instancia alcanzar una mayor utilización del alimento expresada en mayor eficiencia de conversión (alimento consumido por unidad de peso incrementado). Se argumenta también ventajas respecto de la homogeneidad de terminación y un menor riesgo de engrasamiento temprano. Posiblemente el procesado del grano y consecuente mayor fermentabilidad ruminal contribuya hacia composición de la ganancia más equilibrada en el tiempo. Dicho de otra manera, una expresión del engrasamiento menos prematura a partir de una utilización ruminal del almidón y menor carga insulínica que promueva el engrasamiento corporal.

6. DESCRIPCIÓN del PROYECTO

6.1. PROBLEMA CIENTÍFICO, OBJETIVOS, HIPÓTESIS y RESULTADOS ESPERADOS DEL PROYECTO

Objetivos

Estudiar los efectos del procesamiento del grano sobre la eficiencia y la composición del aumento de peso en novillos en terminación a corral.

Corresponde a Resolución N° 408/2025

Hipótesis

Se hipotetiza que:

- 1) las formas más procesadas del grano que exponen el almidón a mayor degradación ruminal favorecen la eficiencia de conversión a peso vivo.
- 2) Las formas menos procesadas, que permiten un mayor escape ruminal del almidón de la dieta, resultan en mayor pérdida fecal del almidón y menor eficiencia de conversión.
- 3) El escape ruminal del almidón promueve el engrasamiento de terminación.

Resultados esperados

1. Contar con información de consumo y eficiencia comparada de dietas con diferente procesado de grano y distinta longitud del período de engorde.
2. Disponer de información local sobre proporción de almidón excretado en heces y eficiencia de uso del almidón.
3. Conocimiento sobre la interacción entre el procesado del grano y el período de engorde sobre los parámetros conversión, rendimiento y engrasamiento del animal.

6.2. METODOLOGÍA, MODELOS Y TÉCNICAS.

Con el propósito de contribuir a dimensionar los aspectos productivos de las hipótesis antes descriptas, el presente proyecto propone dos experimentos donde se comparan dietas que difieren en el procesado del grano de maíz sobre producción y eficiencia animal, incluyendo efectos sobre parámetros de la res. En el primero (Experimento 1) se compararán dietas de composición y duración común a planteos comerciales. En el segundo (Experimento 2) se estudiarán los efectos del tipo de procesado de grano en 3 dietas con monitoreo de crecimiento y composición del engorde hasta 180 días de engorde.

Experimento 1

El experimento tendrá lugar en el campo experimental de INTA Anguil, La Pampa. Se compararán en respuesta animal 8 dietas. Las dietas serán equivalentes en la cantidad de grano de maíz utilizado (74% en base seca), complementadas con 15% de harina de soja, 0.5% de urea, 8% de heno de pastura y 2.5% de núcleo vitamínico/mineral con monensina y variarán en el procesado del grano de maíz y sus mezclas generándose los tratamientos (trt): 1) grano de maíz entero (**74E**), 2) molido grueso (**74M**), 3) aplastado (**74R**), 4) 34% entero + 40% molido (**34E40M**), 5) 34% molido + 40% aplastado (**34M40R**), 6) húmedo aplastado (**74HR**), 7) húmedo entero (**75HE**) y 8) 34% aplastado seco + 40% húmedo entero (**34R40H**). Las combinaciones surgieron de propuestas empíricas probadas en el sector y elaboradas de acuerdo a NRC (2000).

Se utilizarán 192 novillitos Angus de similar edad (370 a 380 días) y peso vivo (PV, 260 a 270 kg), distribuidos al azar en 48 corrales con 4 animales por corral. Los corrales serán asignados al azar a las 8 dietas de engorde (trt) generándose 6 repeticiones por trt. Se suministrará alimento dos veces por día en cantidades iguales, con un excedente del 5% en base tal cual. El período de engorde será de 100 días.

Los novillos provendrán de una misma recría y pastura. Previo la pesada inicial, los animales serán acostumbrados en grupo progresivamente a la dieta de alto almidón con incrementos cada 3 días en la cantidad de grano de maíz (entero) hasta alcanzar la proporción final. Cada dato de peso asignado a cada animal corresponderá al promedio de dos pesajes consecutivos, por la mañana, previo al suministro matutino.

Corresponde a Resolución N° 408/2025

Se evaluarán en aumento de peso (ADPV), consumo de materia seca (CMS), conversión ($IC = CMS/ADPV$) y los parámetros de res (peso = Res, y rendimiento al gancho en caliente = $R_{to\ res}$), espesor de grasa subcutánea dorsal (EGD), área de ojo del bife (AOB) y marbling a la faena. Se registrarán pesadas individuales de los animales al inicio, a los 45 días y al final (días 0, 45 y 100). Dos veces por semana, previo al suministro, se limpiarán los comederos para medir remanente al día siguiente y estimar el CMS. Se calcularán los promedios por corral. Con los datos de PV se calculará el ADPV de cada animal promedio del corral. Con la información de CMS y el PV medio (PVM) se calculará el CMS relación al PV (CMSPV) y el IC.

Se tomarán muestras semanales del alimento mezclado para cada tratamiento para la determinación de composición nutricional. Las muestras serán congeladas inmediatamente. Previo al análisis se descongelarán a temperatura ambiente y se secarán hasta peso constante en un horno de aire forzado a 60 °C (AOAC, 2000). Se molerán en un molino Wiley (modelo 4, Thomas Scientific, Swedesboro, NJ) equipado con una malla de 1 mm. Se determinará el contenido de fibra detergente neutra (NDF) y fibra detergente ácida (ADF) por el método secuencial de Van Soest et al. (1991) utilizando un extractor de fibra Ankom 200 (Ankom Technologies, Fairport, NY). Se determinará proteína bruta (PB) como $Kejda\ N \times 6.25$ según AOAC (2000), utilizando un aparato Tecator. Las estimaciones de TDN y concentración de energía metabolizable (EM), energía neta para mantenimiento (ENm) y NE para ganancia (ENg) del alimento e ingredientes se calcularán de acuerdo con las ecuaciones de NRC (2000) utilizando los datos del análisis proximal. Cada 15 días se colectará materia fecal fresca de cada corral. Se recolectará en 3 momentos del día al menos 4 defecaciones para generar un pool por corral para cada día de muestreo. Se procederá a su congelado inmediato para su secado posterior. Con una submuestra de cada pool se compondrá una muestra promedio para cada período entre pesadas. Se realizarán determinaciones de contenidos de almidón y proteína bruta.

A la hora de faena en una planta local, después del arribo, a todos los animales se les permitirá un descanso de 12 horas antes de la faena. Después de la misma, las reses se pesarán individualmente para determinar el peso de la res caliente (Res) para determinar R_{tores} y se conservarán refrigeradas a 2 °C durante 96 horas. Cumplido ese período de oreo se seccionará la región dorsal de cada media res izquierda transversalmente a la columna, a la altura de la 9 a 10 ma costilla, hasta exponer la sección del músculo *longissimus thoracis*, para realizar in situ las mediciones de AOB y el EGD y *marbling* sobre ese músculo. A este efecto se procederá a calcar en papel vegetal el área para su medición posterior por planimetría digital, y a medir con regla milimetrada el EGD a 2,5 cm de la región del bife próxima a la apófisis espinosa de la columna vertebral. Se procederá en el mismo momento a la estimación de *marbling* de acuerdo con la escala visual de USDA.

Los datos se analizarán en un diseño totalmente aleatorizado, con medidas repetidas en el tiempo (GLM, SAS, 2012). Las medias se separarán por Pdiff (Fisher) cuando se detectare un valor de $P < 0.05$.

Experimento 2

El experimento se conducirá en el mismo sitio experimental que el Experimento 1. Se compararán las respuestas de 4 dietas diferentes en el procesado del grano (trt): 1) 70% grano de maíz entero +17 % grano de cebada entero (**70M17C**), 2) 100% grano de maíz entero (**76E**), 3) seco aplastado (**76R**) y 4) 10% seco aplastado + 66% húmedo aplastado (**10R66H**). Se eligieron contrastantes en oferta de almidón ruminal, dentro de las presentaciones frecuentes en el engorde a corral de Argentina. Las dietas 2 a 4 serán equivalentes en oferta de EM (NRC, 2002), en contenido de grano de maíz (76%), complementadas con 14% de harina de soja, 0.5% de urea, 7% de heno de

Corresponde a Resolución N° 408/2025

pastura y 2.5% de núcleo vitamínico/mineral con monensina. La dieta 1 será similar a la otras en oferta de EM, contenido de PB y FDA, pero no incluirá heno de pastura.

Se utilizarán 160 novillitos Angus de similar edad (360 a 375 días) y peso vivo (PV, 250 a 260 kg), distribuidos al azar en 40 corrales de a 4 por corral. Los corrales serán asignados al azar a los 4 trt, generándose 10 repeticiones por trt. Los novillos provendrán de una misma recría y pastura.

Previo la pesada inicial, los animales serán acostumbrados en grupo progresivamente a la dieta de alto grano con incrementos cada 3 días en la cantidad de maíz (entero) hasta alcanzar la proporción final. El período de engorde será de al menos 180 días.

Cada dato de peso asignado a cada animal corresponderá al promedio de dos pesajes consecutivos, por la mañana, previo al suministro. Se registrarán pesadas al inicio (día 0), y a los 60, 120 y 180 días. Se suministrará alimento dos veces por día, con un excedente del 2 al 4% en base tal cual.

Dos veces por semana, previo al suministro, se limpiarán los comederos para medir remanente al día siguiente y estimar el CMS. Se calcularán los promedios por corral y período.

Se determinará: peso vivo (PV), aumento de peso (ADPV), consumo de materia seca (CMS), conversión ($IConv = CMS/ADPV$). Con los datos de PV se calculará el ADPV de cada animal promedio del corral. Con la información de CMS y el PV medio (PVM) se calculará el CMS relación al PVM (CMSPV) y el IConv para la totalidad del engorde y para cada período.

Coincidentemente con cada pesada se determinarán mediante ultrasonografía dorsal los parámetros de res de cada animal: espesor de grasa subcutánea dorsal (EGD) y área de ojo del bife (AOB). Las determinaciones ultrasonográficas se realizarán sobre la sección dorsal del músculo *longissimus thoracis* de la media res izquierda, a la altura de la 9 a 10 ma costilla, a 2,5 cm de la línea media del animal.

El alimento y las heces será muestreados y analizados de la igual manera a la descripta para el Experimento 1.

Los datos se analizarán en un diseño totalmente aleatorizado con medidas repetidas en el tiempo (GLM, SAS, 2012). Las medias se separarán por Pdiff (Fisher) cuando se detectare un valor de $P < 0.05$.

6.3. CONTRIBUCIÓN AL CONOCIMIENTO CIENTÍFICO Y/O TECNOLÓGICO Y A LA RESOLUCIÓN DE LOS PROBLEMAS

La información por generar aporta conocimiento central al diseño de dietas y la toma de decisiones para la incorporación de infraestructura de acopio y procesamiento de granos para la alimentación de bovinos en engorde.

Se generará información sobre la relación entre el procesamiento de grano que promueve la degradación ruminal y el grado de utilización de este.

Finalmente, se avanzará en el conocimiento de la interacción entre la presentación del grano y la composición de la ganancia de peso y la terminación en el engorde.

6.4. CRONOGRAMA ANUAL DE ACTIVIDADES

Se desplegarán dos fases de campo a iniciarse en abril de 2026 y agosto 2026 con los engordes a corral de los experimentos 1 y 2, respectivamente. Cada fase tendrá lugar en el campo experimental del INTA Anguil, La Pampa. Al finalizar cada fase se iniciarán las fases de muestreo en planta de faena y de laboratorio, de caracterización de los alimentos suministrados de las heces (determinaciones de laboratorio). Se estima que esta etapa de laboratorio transcurrirá desde marzo a julio de 2027. Seguidamente iniciará una fase de ordenamiento y análisis de resultados y generación de conclusiones de julio a septiembre de 2027. Finalmente, se procederá a la redacción final de resultados y su publicación.

Corresponde a Resolución N° 408/2025

7. INFRAESTRUCTURA Y PRESUPUESTO

7.1. INFRAESTRUCTURA, EQUIPAMIENTO, SERVICIOS Y OTROS BIENES REQUERIDOS POR EL PROYECTO YA EXISTENTES EN ESTA INSTITUCIÓN:

7.2. INFRAESTRUCTURA, EQUIPAMIENTO, SERVICIOS Y OTROS BIENES NECESARIOS PARA EL PROYECTO Y NO DISPONIBLES EN ESTA FACULTAD

La infraestructura, animales y apoyo de campo y laboratorio serán puestos a disposición por la EEA INTA Anguil en INTeA SA. De la misma manera, los requerimientos de insumos, alimentos e insumos de laboratorio serán aportados por la EEA INTA Anguil, ya que las líneas de investigación propuestas en este proyecto se enmarcan en ejes temáticos priorizados y financiados por INTA en proyectos nacionales. El personal de campo será personal de la EEA INTA Anguil.

7.3. JUSTIFICACIÓN DE LA ADQUISICIÓN O FACTIBILIDAD DE ACCESO EN CONDICIONES DE PRESTAMO O USO DE LOS BIENES NO EXISTENTES EN ESTA INSTITUCIÓN

7.4. ESPECIFICAR OTRAS FUENTES DE FINANCIACIÓN:

7.5. PRESUPUESTO ESTIMADO PARA EL PROYECTO PRESENTADO (Total y Anual)

	INTeA SA	INTA	Fac. Ci. Vet. UNLPam
Animales	*		
Alimento	*		
Distribución alimento	*		
Gastos veterinarios	*		
M.O. adicional y apoyo		4480000	
Animales perdida valor		2180000	
Mediciones ecográficas y otros		1200000	
Insumos lab		160000	
Mnto equipos lab		1150000	
Movimientos y traslados (viáticos)			250000
TOTAL		9170000	250000

* Los aporta y se toma con valor neutro (venta comercial INTeA SA)

* Se asume la eventual pérdida de animales por muerte

** Pérdida de valor del animal a la venta a frigorífico por manipulación de res y extracción de cortes de carne

Corresponde a Resolución N° 408/2025

8.1. BIBLIOGRAFÍA

- AOAC. 2000. Official methods of analysis. 17th ed. Assoc. of Off. Anal. Chem., Washington, DC
- Bartle, S.J. y Preston, R.L. 1992. Roughage level and limited maximum intake regimens for feedlot steers. J. Anim. Sci. 70:3293-3303.
- Boeto, G.C., O.E. Melo. 1990. Digestion ruminal del almidon en bovinos. I. Efecto del tipo de grano. II. Efecto del tratamiento físico. Informe de beca CONICOR.
- Brenttheurer, C. 1986. Grain processing effects on starch utilization by ruminants. J. Anim. Sci. 63:1649-1662.
- Britton, R.A., y Stock, R.A. 1986. Acidosis, rate of starch digestion and intake. In: Symposium Proceedings: Feed Intake by Beef Cattle. F. N. Owens, Ed. Okla. Agric. Exp. Stn. MP- 121. Pg. 25.
- Brown, M.S., Krehbiel, C.R., Duff, G.C., Galyean, M.L., Hallford, D.M. y Walker, D.A. 2000b. Effect de degree of corn processing on urinary nitrogen composition, serum metabolite and insulin profiles, and performance by finishing steers. J. Anim. Sci. 78:2464-2474.
- Chandrashekar, A. y A. W. Kirleis. 1988. Influence of protein on starch gelatinization in sorghum. Cereal Chem. 65:457-462.
- Cooper, R.J., C.T. Milton, T.J. Klopfenstein and D.J. Jordon. 2002a. Effect of corn processing on degradable intake protein requirement of finishing cattle. J. Anim. Sci. 80: 242.
- Cooper, R.J., Milton, C.T., Klopfenstein, T.J., Scott, T.L., Wilson, C.B., y Mass, R.A. 2002b. Effect of corn processing on starch digestion and bacterial crude protein flow in finishing cattle. J. Anim. Sci. 80:797-804.
- Ewing, D.L., Jhonson, D.E. y Rumpler, W.V. 1986. Corn particle passage and size reduction in the rumen of beef steers. J. Anim. Sci. 63:1509-1515.
- Galyean, M.L., Wagner, D.G. y R. R. Jhonson. 1976. Site y extent of starch digestion in steers fed processed corn rations. J. Anim. Sci. 43:1088-1101.
- Gong, J.G., Lee, W.J., Garnsworthy, P.C., Webb, R. 2002. Effect of diet-induced increases in circulating insulin concentrations during the early postpartum period on reproductive function in dairy cows. Reproduction, 123:419-427
- Guthrie, M.J., Galyean, M.L., Malcom, K.J., Kloppenburg, J.H. y Wallace, J.D. 1992. Effect of method of corn processing and roughage source on feedlot performance and ruminal fermentation in beef steers. Proc. Western Sec., Amer. Soc. Anim. Sci. 43:19-22.
- Hejazi, S., Fluharty, F.L., Perley, J.E., Loerch, S.C. y Lowe, G.D. 1999. Effect of corn processing and dietary fiber source on feedlot performance, visceral organ weight, diet digestibility and nitrogen metabolism in lambs. J. Anim. Sci. 77:507-515.
- Herrera-Saldana, R. E., Huber, J. T. y Poore, M. H. 1990. Dry matter, crude protein and starch degradability of five cereal grains. J. Dairy Sci. 73:2386-2393.
- Hibberd, C.A., Wagner, D.G., Schemm, R.L., Mitchell, Jr., E.D., Weibel, D.E. y Hintz, R.L. 1982. Digestibility characteristics of isolated starch from sorghum and corn grain. J. Anim. Sci. 55:1490-1497.

Corresponde a Resolución N° 408/2025

- Hill, W.J., Secrist, D.S., Owens, F. N., Strasia, C.A, Gill, D.R., Basalan, M. y Johnson, A.B. 1996. Effects of trace mineral supplements on performance of feedlot steers. Okla. Agric. Exp. Sta.Misc. Pub. P-951, 153-163.
- Huck, G.L., Kreikemeier, K.K., Kuhl, G.L., Eck T.P. y Bolsen, K.K. 1998. Effects of feeding combinations of steam-flaked grain sorghum and steam-flaked, high-moisture, or dry rolled corn on growth performance and carcass characteristics in feedlot cattle. J. Anim. Sci. 76:2984-2990.
- Loerch, S.C. y Fluharty, F.L. 1998a. Effects of corn processing, dietary roughage level, and timing of roughage inclusion on performance of feedlot steers. J. Anim. Sci. 76:681- 685.
- Loerch, S.C., y Fluharty F.L. 1998b. Effects of programming intake on performance and carcass characteristics of feedlot cattle. J. Anim. Sci. 76:371-377.
- Lyle, R.R., Johnson, R.R., Wilhite, J.V. y Backus, W.R. 1981. Ruminant characteristics in steers as affected by adaptation from forage to all concentrate diets. J. Anim. Sci. 53:1383-.
- Mabuku, O., Hatendi, P.R. y Medlinah, M. 1996. Effect of feeding different mixtures of whole to milled maize grain in a complete diet on feedlot performance of steers. Zimbabwe J. Agric. Res. 34:87-95.
- Mader, T.L., Poppert, G.L. y Stock, R.A. 1993. Evaluation of alfalfa type as a roughage source in feedlot adaptation and finishing diets containing different corn types. Animal Feed Sci. and Tech. 42:109-119.
- Maresca, S., Santini, F.J. y Pavan, E. 2002. Comportamiento productivo de terneras alimentadas a corral con grano de maíz entero y partido. Rev. Arg. Prod. Anim. 22:163-168.
- McCollough, R. L. y Brent, B. E. 1972. Digestibility of eight hybrid sorghum grains and three hybrid corns. Kansas Agric. Exp. Sta. Bull. 557:27.
- McNeill, J.W., Potter, G.D. y Riggs, J. K. 1976. Ruminant and pos-ruminal carbohydrate utilization in steers fed processed sorghum grain. J. Anim. Sci. 33:1371-1388.
- Murphy, T.A. y Loerch, S.C. 1994. Effects of restricted feeding of growing steers on performance, carcass, characteristics, and composition. J. Anim. Sci. 72:2497-2507.
- Murphy, T.A., Fluharty, F.L. y Loerch, S.C. 1994a. The influence of intake level and corn processing on digestibility and ruminal metabolism in steers fed all-concentrate diets. J. Anim. Sci. 72:1608-1615.
- Murphy, T.A., Loerch, S.C. y Dehority, B.A. 1994b. The influence of restricted feeding on site and extent of digestion and flow of nitrogenous compounds to the duodenum in steers. J. Anim. Sci. 72:2487-2496.
- Nocek, J. E. y Tamminga, S. 1991. Site of digestion of starch in the gastrointestinal tract of dairy cows and its effects on milk yield and composition. J. Dairy Sci. 74:3598-3629.
- NRC. 2000. Nutrient Requirement for Beef Cattle (8th) Ed. National Academy Press. Washington, DC.
- Owens, F.N., Zin, R.A. y Kim, Y.K. 1986. Limits to starch digestion in the ruminant small intestine. J. Anim. Sci. 63:1634-1652.
- Owens, F.N., Secrist, D.S., Hill, W.J. y Gill, D.R. 1997. The effect of grain source and grain processing on performance of feedlot cattle: A review. J. Anim. Sci. 75:868-879.

Corresponde a Resolución N° 408/2025

- Perry, T.W. 1976. The feeding value of high-moisture grains for beef cattle. High Moisture Grains Symp. Oklahoma State Univ., Stillwater.
- Philippeau, C., C. Martin y B. Michalet-Doreau. 1999a. Influence of grain source on ruminal characteristics and rate, site, and extent of digestion in beef steers. J. Anim. Sci. 77:1587-1596.
- Philippeau, C., F. Le Deschault de Monredon, y B. Michalet-Doreau. 1999b. Relationships between ruminal starch degradation and the physical characteristics of corn grain. J. Anim. Sci. 77:238-243.
- Pordomingo, A.J., Jonas, O., Adra, M., Santucho, G., Juan, N.A. y Azcarate, M.P. 2002a. Evaluacion de dietas basadas en grano entero, sin fibra larga, en engorde a corral. RIA 31:1-22.
- Pordomingo, A.J., Juan, N.A. y Azcarate, P. 2002b. Grano de maiz humedo conservado con urea en dietas de engorde a corral. Rev. Arg. Prod. Anim. 22:101-113
- Reinhardt, C.D., Brandt, R.T. Jr., Eck, T.P. y Titgemeyer, E.C. 1998. Performance, digestion and mastication efficiency of Holstein steers fed whole or processed corn in limit- or full-fed growing-finishing systems. J. Anim. Sci. 76:1778-1788.
- Reynolds, C.K. 2006. Production and metabolic effects of site of starch digestion un dairy caltte. Anim. feed Sci. & tech. 130:78-94.
- Rooney, L. W. y Pflugfelder, R. L. 1986. Factors affecting starch digestibility with special emphasis on sorghum and corn, J. Anim. Sci. 63:1607-1609.
- Russell, J R., Young A.W. y Jorgensen, N. A. 1981. Effect of dietary cornstarch intake on pancreatic amylase, intestinal maltase and pH in cattle. J. Anim. Sci. 52:1177-1196.
- SAS. 2012. SAS User's Guide: Statistics (Version 9.1th ed). SAS Institute Inc., Cary, N.C., USA.
- Secrist, D.S., Hill, W.J., Owens, F.N., Gill, D.R. y Welty, S.D. 1996a. Rolled or whole corn for feedlot steers being limit-or ad libitum-fed. Okla. Agric. Exp. Sta.Misc. Pub. P-951, 173-180.
- Secrist, D.S., Owens, F.N., Hill, W.J. y Welty, S.D. 1996b. Rolled versus whole corn: Effects on ruminal fermentation of feedlot steers. Okla. Agric. Exp. Sta.Misc. Pub. P-951, 181-188.
- Stock R. A., Brink, D. R., Britton R. A., Goedeken, F. K., Sindt, M. H. Kkreikemeier, K. K., Bauer, M. L. y Smith, K. K. 1987a. Feeding combinations of high moisture corn and dry-rolled grain sorghum to finishing steers. J. Anim. Sci. 65:290-302.
- Stock, R., N. Merchen, T. Klopfenstein y M. Poos. 1989. Feeding value of slowly degraded proteins. J. Anim. Sci. 53:1109-1119.
- Stock, R.A., Brink, D. R., Brandt, R.T., Merrill, J.K. y Smith, K.K. 1987b. Feeding combination of high moisture corn and dry corn to finishing cattle. J. Anim. Sci. 65:282-289.
- Stock, R.A., Klopfenstein, T. y Shain, D. 1995. Feed intake variation. Okla. Agric. Exp. Sta. Misc. Publ. P-942:56-59.
- Streeter, M.N., Wagner, D.G., Owens, F.N. y Hibberd, C.A. 1989. Combinations of high moisture harvested sorghum grain and dry-rolled corn: Effects on site and extent of digestion in beef heifers. J. Anim. Sci. 67:1623-1633.

Corresponde a Resolución N° 408/2025

- Swanson, K.C., Richards, C.J. y Harmon, D.L. 2002. Influence of abomasal infusion of glucose or partially hydrolyzed starch on pancreatic exocrine secretion in beef steers. J. Anim. Sci. 8:1112-1116.
- Theurer, C.B. 1986. Grain processing effects on starch utilization by ruminants. J. Anim. Sci. 63:1624-1643.
- Waldo, D. R. 1973. Extent and partition of cereal grains starch digestion in ruminants. J. Anim. Sci. 37:1062-1083.
- Waldo, D.R. 1976. Effects of buffers on ruminal acids. In: Buffers in ruminants. J. Anim. Sci. 37:1062-1068.
- Zin, R.A. y Owens, F.N. 1983. Influence of feed intake level on site of digestion in steers fed a high concentrate diet. J. Anim. Sci. 56:471.

Hoja de firmas