



Universidad Nacional del Nordeste
Facultad de Ciencias Veterinarias
Trabajo final de graduación
Módulo de intensificación práctica

OPCIÓN: PRODUCCIÓN ANIMAL

TEMA: Fenotipado de caracteres relacionados con la producción en vientres Brahman y su relación con sistemas de alimentación.

TUTOR EXTERNO: Ragazzi, Arnaldo Pedro

TUTOR INTERNO: Martínez, Diana Elina

RESIDENTE: Kolbenhuyer, Maximiliano German

e-mail: maxiokbe87@gmail.com

AÑO 2022

Indice

1	Resumen	3
2	Introducción	5
3	Objetivos.....	8
4	Objetivo general.....	8
4.1	Objetivos particulares	8
5	Materiales y métodos.....	8
5.1	Establecimientos productivos:	8
5.2	Animales evaluados:.....	9
5.3	Caracterización racial (fenotipado):.....	9
5.4	Sistemas de alimentación	13
5.5	Análisis de la información	14
6	Resultados.....	15
7	Conclusión	29
8	Bibliografía.....	35

1 Resumen

El presente trabajo tiene como objetivo obtener información sobre caracteres morfológicos relacionados con la producción en bovinos de raza Brahman, con los sistemas de alimentación, mediante el uso de tecnologías de minería de datos. Se analizaron nueve (9) cabañas de bovinos de la raza Brahman - que representan el 12,3% de los establecimientos criadores (n=73) - distribuidas en 5 provincias a lo largo del país, se evaluó fenotípicamente a 637 hembras Brahman, abarcando así un 14,7% del total de hembras inscriptas en la ACBA (n=4327) junto a un inspector de la raza, en el contexto de una caracterización fenotípica llevada adelante por la Asociación de Criadores de la raza Brahman de Argentina entre los años 2019 y 2021.

En el fenotipado se procedió a la toma de datos de caracteres relacionados con la producción, que fueron clasificados de dos maneras, siendo una subjetiva según el criterio y conocimiento del inspector y basándose en lo publicado en el Manual de clasificación lineal para hembras de la raza Brahman (AsoCebú, 2015) fueron evaluados cinco caracteres relacionados con la producción, siendo ellos (ponderándolos según un puntaje en una escala del 1 al 5; siendo 1- muy malo, 2 - malo, 3 - regular, 4 - bueno y 5 - muy bueno juzgando cada animal de manera individual, estos caracteres fueron; Profundidad, Amplitud de pecho, Nivel del anca, Lomo, Ancho de pierna, Ancho de brazuelo. Objetivamente otros caracteres; Perímetro torácico, Largo corporal.

Para obtener información respecto los sistemas de alimentación de los rodeo, se procedió a realizar una encuesta a los propietarios, donde debían aclarar la base forrajera del establecimiento, posibilidad de accesos a verdes; que especies forrajeras utilizaban y el tiempo de permanencia en los mismos, si suplementan a los animales de manera estratégica o continua y que alimentos utilizaban, si debían comprarlo o eran producidos en el mismo establecimiento. En cuanto a la crianza de los terneros si recibieron algún tipo de alimentación diferencial al pie de la madre, ganancias en periodo de recría.

Los datos surgidos de la clasificación de los caracteres y de las encuestas sobre alimentación fueron analizados en Excel, Acces e Infostat utilizando herramientas de minería de datos, ellas fueron: Análisis de componentes principales, Clustering y Estandarización.

Como conclusión se puede decir que un buen manejo de la alimentación juega un rol importante pero no el único para el desarrollo de los caracteres relacionados a la producción de los animales, como ser el tipo de forraje al que tienen acceso los animales en el campo principalmente pasturas implantadas y dentro de estas las leguminosas, así como también el

manejo que se le da al rodeo en periodos invernales ofreciéndoles verdeos y suplementación estratégica, otro punto clave es el aporte de un alimento de buena calidad rico en proteína desde temprana edad de los terneros estando al pie de sus madres, para que puedan demostrar su potencial productivo.

2 Introducción

El Brahman moderno se desarrolló en Estados Unidos, fue producto de más de un siglo de cría selectiva y mejoramiento genético, pero sus raíces más profundas están en el viejo mundo. Sus progenitores vinieron de la India, donde se había domesticado y venerado por miles de años. El ganado de la India se clasifica científicamente como *Bos indicus*, pero existen más de treinta razas distintas, que por costumbre, llevaban el nombre de las zonas geográficas en la que se encontraban. El tamaño y la conformación era tan diversa como la amplia variedad de los hábitats de donde se originaron. Esta raza se desarrolló mediante una estricta selección dirigida, en función de sus aptitudes para producir carne en condiciones que las razas típicamente carniceras no lograban tolerar, se creó entonces a partir de cruzamientos dirigidos y entre cuatro razas índicas o cebuinas: Guzerat, Nelore, Gyr, Krishna Valleyde junto con el ganado autóctono de las praderas de antaño (Akerman, 1982).

Si bien la cría de animales cebuinos comenzó en Argentina a principios del siglo XX, fue recién en 1941, que el Ministerio de Agricultura y Ganadería autorizó la importación de animales de la raza Brahman, provenientes de Estados Unidos del “Hudgins Ranch” a la S.A. Pereda Ltda. Se importaron 10 vaquillonas y 3 toritos para la estancia “Curupaity”, ubicada en Hersilia, Santa Fe. La continua difusión de la raza Brahman, como de las otras cebuínas fue impulsada a partir de 1954 por la creación de la Asociación de Criadores de Cebú, que a partir del año 1996, por la predominancia del Brahman sobre las otras razas cebuínas, debido a cuestiones inherentes a la ganadería del país, pasó a llamarse “Asociación de Criadores de Brahman Argentina”. Actualmente existen 73 cabañas de raza pura en Argentina, distribuidas en 7 provincias: Corrientes, Chaco, Formosa, Santa Fe, Salta, Santiago del Estero y Córdoba (AACB, 2021).

La raza Brahman es una gran herramienta para potenciar la ganadería argentina, especialmente en el norte del país; en ella se destaca su capacidad productiva en condiciones de pastoreo y es notablemente eficiente en el uso de nutrientes para fabricar músculo, obteniendo muy buenos resultados en el cruzamiento con razas británicas, continentales y las sintéticas (Brangus y Braford) por el vigor híbrido que aporta en sus crías, también en programas de mejoramiento genético con el ganado criollo de las regiones del norte, así como también si es utilizada en su estado de pureza. Es importante remarcar la rusticidad que estos animales poseen, haciéndolos tolerantes a las altas temperaturas, a ectoparásitos y capacidad

para recorrer grandes distancias; atributos necesarios para poder adaptarse a cualquier campo del norte (AACB, 2021).

En la caracterización racial quedan manifiestos determinados atributos que debe poseer un animal Brahman, estas pautas fueron establecidas teniendo en cuenta los aspectos productivos y funcionales para los cuales fue desarrollada la raza. Es importante que la selección debe estar dirigida en pos de favorecer caracteres que aseguran una buena producción: el largo y ancho corporal, una buena profundidad torácica con costillas arqueadas y buen desarrollo del área ruminal, musculatura bien desarrollada y distribuida, miembros de longitud media y fuertes y aplomos correctos, una línea superior firme con inserciones armoniosas y una línea inferior moderada. Además, el crecimiento debe estar en concordancia al sexo, edad y tipo de crianza (AACB, 2021).

La actividad ganadera que prevalece en Argentina, depende en gran medida de la disponibilidad y la calidad de las fuentes de alimentación. La distribución de las existencias ganaderas del país es desuniforme y responde a los grandes ambientes, donde muchas veces, los pastizales son casi el único recurso alimenticio. La característica de estos, es que están compuestos por especies estivales, lo que determina una distribución con poca uniformidad del crecimiento a través del año (Bendersky, 2018).

Las condiciones climáticas atentan contra la calidad del forraje, en el verano la elevada temperatura y humedad provocan un crecimiento muy rápido, y en el invierno las heladas queman las hojas de las gramíneas. Esto conlleva a que los mayores niveles de proteína bruta (PB) y digestibilidad de la MS se presentan en primavera. A medida que avanza el verano y el otoño, las plantas maduran aumentando los contenidos de pared celular, y los niveles de proteína y digestibilidad disminuyen hasta alcanzar valores mínimos en el invierno, que provoca una deficiente utilización del recurso forrajero (Bendersky, 2018).

Con frecuencia, los términos desarrollo y crecimiento son usados indistintamente pese a la diferencia de significados que existe entre ellos. Crecimiento es incremento en el peso (aumento de masa) antes de alcanzado el peso de madurez producto de una división celular (hiperplasia), elongación de células (hipertrofia) o incorporación de material desde el medio ambiente. El desarrollo son los cambios de forma y composición del cuerpo antes de alcanzada la madurez producto del crecimiento y diferenciación celular. Ambos procesos deben ser controlados, ordenados y organizados a diferencia de las células cancerígenas que

no siguen un orden y sólo se multiplican. Por lo tanto, la producción animal, se debe entender como el conjunto de procesos tanto de crecimiento como de desarrollo que al combinarse con una nutrición adecuada, producen un animal con buenas características productivas, especialmente de tipo carniceras (Bavera *et al.*, 2005).

Dado que en muchos casos la restricción nutricional puede ser principalmente proteica cuando se utilizan forrajes de baja calidad como el pastizal natural en invierno o los residuos de cosecha, algunos estudios más recientes se han orientado a evaluar el impacto sobre el desarrollo músculo esquelético siendo éste vulnerable a la deficiencia de nutrientes porque es de baja prioridad en la partición de nutrientes comparado con otros órganos. La restricción nutricional durante la gestación, así como también, desde el nacimiento hasta la pubertad del animal puede resultar en un reducido número de fibras musculares y reducida masa muscular impactando en la performance de los caracteres productivos del animal (Maresca, 2014).

El fenotipo es el conjunto de características observables producidas como resultado de la interacción entre el genotipo (conjunto de material genético) y el medioambiente. El fenotipado es el proceso por el que se determina el fenotipo de un organismo haciendo uso de diferentes tecnologías y herramientas, tales como análisis de imagen, estadística, inteligencia artificial, entre otros (Díaz - Gallán, 2021).

La minería de datos es una disciplina que comprende el uso de tecnología que ha abierto la puerta a un nuevo enfoque para la comprensión y la toma de decisiones. Sintetiza, identifica y agrupa patrones de comportamiento entre los datos. Comprende un proceso de descubrimiento y extracción de patrones a partir del análisis al mismo tiempo grandes cantidades de datos (Liao *et al.*, 2013).

Las explotaciones agropecuarias en toda su cadena de valor generan una gran cantidad de datos con capacidad de ser procesados y convertidos en información útil. Pero usualmente estos datos se almacenan en sistemas desconectados, donde crecen exponencialmente en volumen y se hace más difícil usarlos con eficiencia y la frecuencia deseada (Velázquez, 2018).

Para que el productor reduzca la incertidumbre en la toma de decisiones (por ejemplo para minimizar el riesgo de las condiciones meteorológicas inciertas, plagas, enfermedades, la variación de los precios y optimizar los niveles de producción) con los datos mencionados en el párrafo anterior se están desarrollando proyectos, que realizan predicciones agrícolas y de

mercado con el fin de asesorar a productores con información fiable referente a cultivos, suelos, productos y climas a través de la minería de datos (Velázquez, 2018).

La información acerca de caracteres productivos de una gran cantidad de animales, también puede ser analizada mediante la minería de datos buscando establecer patrones que ayuden a comprender y caracterizar productivamente a una raza bovina en un contexto determinado.

3 Objetivos

4 Objetivo general

Relacionar la expresión de caracteres relacionados con la producción en animales Brahman con los sistemas de alimentación, mediante el uso de tecnologías de minería de datos.

4.1 Objetivos particulares

Obtener información sobre caracteres morfológicos relacionados con la producción en bovinos de raza Brahman, producidos en establecimientos de diferentes provincias de Argentina.

Generar una matriz de información objetiva y detallada para los caracteres fenotípicos de animales de raza Brahman usando técnicas de minería de datos.

Generar información de los sistemas de alimentación utilizados en los establecimientos productores.

Relacionar la expresión fenotípica de los caracteres evaluados en los animales con su contexto nutricional.

5 Materiales y métodos

5.1 Establecimientos productivos: se visitaron nueve (9) cabañas de bovinos de la raza Brahman - que representan el 12,3% de los establecimientos criadores (n=73) - distribuidas en 5 provincias a lo largo del país, junto a un inspector de la raza, en el contexto de una caracterización fenotípica llevada adelante por la Asociación de Criadores de la raza Brahman de Argentina.

Tabla 1. Establecimientos analizados en distintas provincias.

Establecimientos	Provincias
A	Santa Fe
B	Córdoba
C	Corrientes
D	Santa Fe
E	Chaco
F	Formosa
G	Santa Fe
H	Corrientes
I	Chaco

5.2 **Animales evaluados:** se evaluó fenotípicamente a 637 hembras Brahman, abarcando así un 14,7% del total de hembras inscriptas en la ACBA (n=4327) (AACB, 2021).

5.3 **Caracterización racial (fenotipado):** se trabajó en los corrales con los vientres, procediendo a la toma de datos de caracteres relacionados con la producción, que fueron clasificados de dos maneras:

Subjetivamente: según el criterio y conocimiento del inspector y basándose en lo publicado en el Manual de clasificación lineal para hembras de la raza Brahman (AsoCebú, 2015) fueron evaluados cinco caracteres relacionados con la producción, ponderándolos según un puntaje en una escala del 1 al 5; siendo 1- muy malo, 2 -

malo, 3 - regular, 4 - bueno y 5 - muy bueno juzgando cada animal de manera individual en el toril.

Estos caracteres son:

Profundidad: vista desde el perfil del animal en el tronco del animal, como muestra la imagen 1, debe mostrar una buena separación entre la línea dorsal (lomo) con la línea inferior (vientre) sin perder proporcionalidad (AsoCebu, 2015).

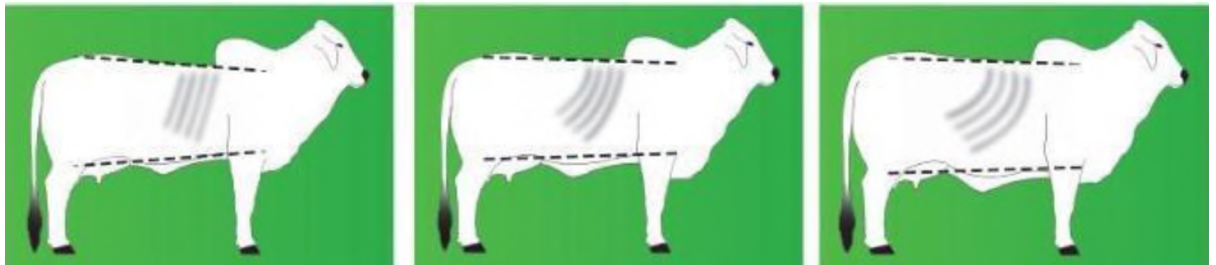


Imagen 1 (AsoCebu, 2015).

Amplitud de pecho: con el animal visto de frente, se toma como referencia la separación que existe entre la articulación escapulo-humeral (encuentro) de ambos miembros anteriores (AsoCebu, 2015) - Imagen 2.



Imagen 2 (AsoCebu, 2015).

Nivel del anca: Se busca una conformación con ligero desnivel de punta del anca a puntas de nalga, con buena longitud y amplitud suave por encima y libre de protuberancias óseas. El desprendimiento de la cola debe quedar entre el nivel de los isquiones. Se mide teniendo en cuenta la relación del ángulo entre la punta del coxal (cadera) y la punta del isquion (punta de nalga).

Si se proyecta una línea imaginaria recta desde la punta del coxal hacia atrás, estas estarán más cerca o más lejos de la punta del isquion dependiendo de la inclinación del anca. Imagen 3 (AsoCebu, 2015).

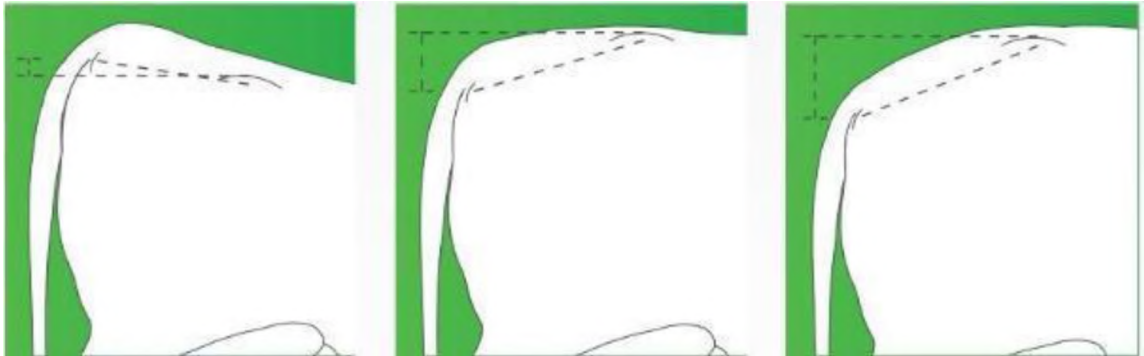


Imagen 3 (AsoCebu, 2015).

Lomo: se buscan lomos con buena longitud, amplitud y nivel del mismo, se debe mirar al animal desde arriba y apreciar estas características a nivel de la 12 y 13 costilla continuando hacia adelante armoniosamente; en el caso de las hembras hasta su inserción en la cruz. Imagen 4 (AsoCebu, 2015).

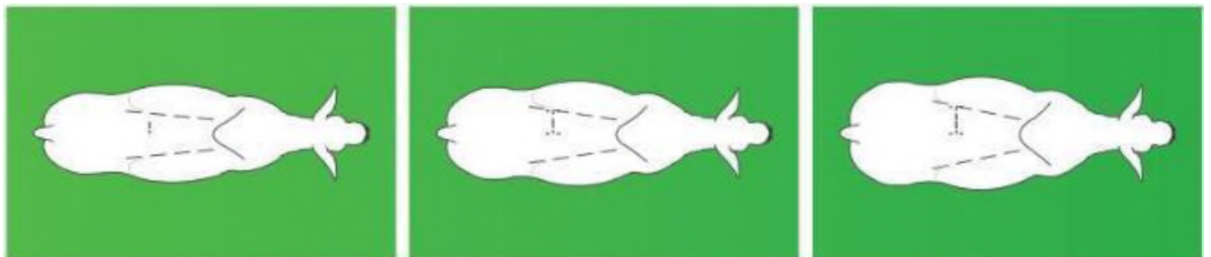


Imagen 4 (AsoCebu, 2015).

Ancho de pierna: Se busca una buena estructura ósea haciendo foco en el ancho del corvejón, así como también la musculatura redondeada, de fibras largas y que cubra completamente. Al mirarla por detrás, que aumente hacia la parte media de la pierna y que baje hasta el corvejón.

Al mirar de lado se debe apreciar la distancia entre la babilla y la parte posterior de la pierna, descendiendo en forma amplia hacia el garrón cubriendo el ijar. Imagen 5 (AsoCebu, 2015).



Imagen 5 (AsoCebu, 2015).

Ancho de brazuelo: visto de perfil se busca musculatura evidente y firme, se observa la amplitud del brazo en la inserción al cuerpo, en cual en la hembra no debe ser tan voluminoso. Imagen 6 (AsoCebu, 2015).

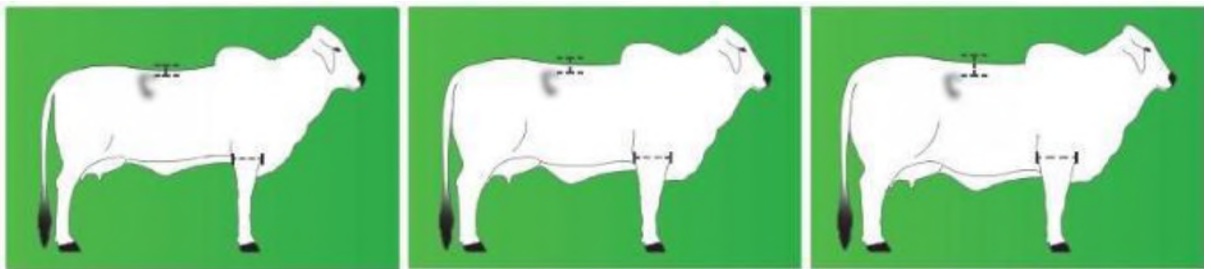


Imagen 6 (AsoCebu, 2015).

- Objetivamente: otros tres caracteres relacionados con la producción fueron medidos de forma objetiva en la casilla de operar con elementos de medición, siendo ellos:

Perímetro torácico: refleja la curvatura de las costillas y tiene cierta correlación con la profundidad de la hembra, se mide con una cinta ya calibrada. El lugar por donde se debe hacer pasar la cinta dorsalmente es justo por detrás de la giba y ventralmente por detrás del codo del animal. Imagen 7 (AsoCebu, 2015).

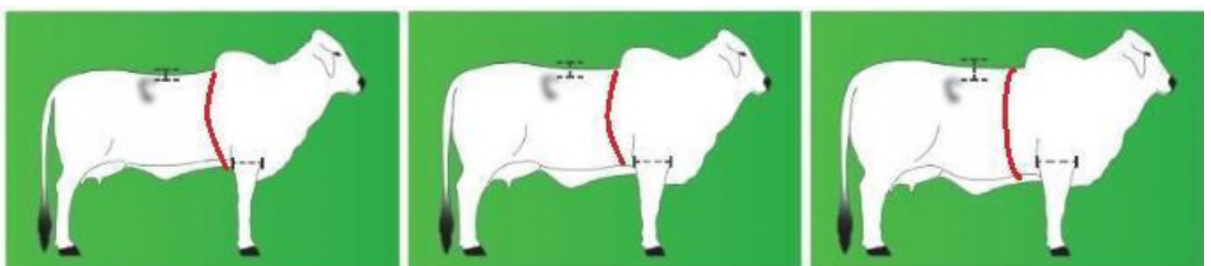


Imagen 7 (AsoCebu, 2015).

Largo corporal: Es la medida entre la punta del hombro (encuentro) hasta la tuberosidad isquiática (punta de nalga). Para esto se recurrió a fabricar una vara graduada (regla) donde en un extremo posee una planchuela fija que forma un ángulo de 90° con la vara, al cual este extremo se fija en el encuentro. Este mismo instrumento tiene una pieza móvil que corre a lo largo de la regla, esta se la debe colocar a nivel de la punta de nalga y proceder a la lectura. Imagen 8 (AsoCebu, 2015).

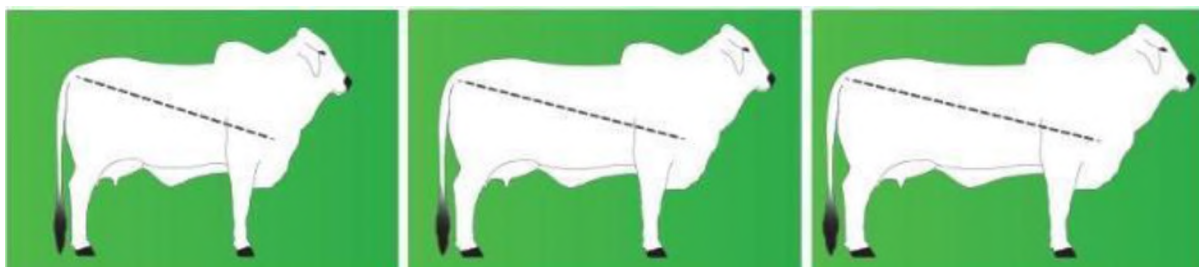


Imagen 8 (AsoCebu, 2015).

Además de la valoración de cada uno de los caracteres consignados, a cada animal se le otorgó una valoración subjetiva general considerando la armonía de su expresión zootécnica, en A = excelente, B = promedio y C = malo.

5.4 Sistemas de alimentación

Para obtener esta información se procedió a realizar una encuesta a cada uno de los propietarios de los establecimientos visitados para obtener información en lo que respecta al manejo de la alimentación del rodeo Brahman, donde los datos solicitados fueron:

- Localización del establecimiento
- Base forrajera del campo (Pasturas implantadas o Pastizales naturales) y qué especies se encuentran en mayor proporción (Gramíneas o Leguminosas)
- Si los animales tienen la posibilidad de acceso a verdeos de inviernos y durante qué meses
- Si suplementa a los vientres Brahman, ya sea de manera continua o estratégica. En qué épocas y con qué alimentos

- Aclarar si tiene la posibilidad de producir los alimentos en el campo o recurre a la compra de los mismos
- En cuanto a la crianza de los terneros dilucidar si realiza *creep feeding* (alimentación de los terneros al pie de la madre) o alguna alimentación en especial y la ganancia en gramos diaria de los mismos.
- Describir la recría de las vaquillas, si son suplementadas o no, con qué nutrientes

5.5 Análisis de la información

Los datos surgidos de la clasificación de los caracteres y de las encuestas sobre alimentación fueron analizados en Excel, Acces e Infostat utilizando herramientas de minería de datos, ellas fueron:

- Análisis de componentes principales (ACP): es una técnica que simplifica las variaciones en una gran cantidad de características, llevándolas a dos planos de variación, donde cada uno de los dos planos está compuesto a su vez por la variación de los caracteres. Se aplica a datos sin agrupaciones entre las observaciones y sin división de las variables en subsectores. En el análisis se busca explicar la varianza de una combinación de variables (Jolliffe, 2014). El ACP es un método algebraico estadístico que trata de sintetizar y dar una estructura a la información contenida en una matriz de datos. El procedimiento consiste en homologar dicha matriz a un espacio vectorial tratando de encontrar en él unos ejes o dimensiones, siendo combinación lineal de las variables introducidas (Colina, 1991). El objetivo básico de este análisis consiste en reducir el número de variables introducidas. Para ello se toman como nuevas variables los ejes o componentes hallados, eligiendo un número y peso de los mismos suficiente para que la pérdida de varianza total sea solo la conveniente, llenando así las finalidades del método, esto es, simplificar, reducir y estructurar la información inicial (Colina, 1991). Si las variables están en CP diferentes, son ortogonales sus relaciones, no están correlacionados. Se aprecia una relación entre variables cuando están en el mismo componente.
- Clustering: ha surgido como una potente herramienta alternativa para analizar con precisión un gran volumen de datos. En particular, su objetivo principal es categorizar los datos en grupos de modo que los objetos se agrupan en el mismo grupo cuando son similares según métricas específicas (Fahad *et al.*, 2014). El Análisis de Cluster,

es el nombre genérico otorgado a una gran variedad de técnicas que tienen como objetivo primordial la búsqueda de grupos en un conjunto de individuos. En líneas generales, todo método de clasificación parte de un conjunto de elementos singulares que deben ser clasificados en un número reducido de grupos o “cluster”, obtenidos por particiones sucesivas del conjunto original y en los que se respete la estructura relacional que en el mismo se mantenía. Las leyes matemáticas por las que se rigen estos métodos reciben el nombre de “Taxonomía Numérica” (Fernández Santana, 1991).

- Estandarización: se utiliza para que los datos dispares deben representarse en un formato común para permitir la comparación entre múltiples caracteres (Matney *et al.*, 2017).

6 Resultados

En la tabla 2 se muestra el rango de valores que se le asignaron a las variables, con los promedios que surgieron después del análisis de la matriz de datos.

Tabla 2. Variables analizadas, tipo y estado de las variables y promedios obtenidos en 637 hembras Brahman de 9 cabañas de Argentina.

Variable	Tipo de variable y Estado	Promedio
Profundidad	Cualitativa (1-5)	4,04
Amplitud de pecho	Cualitativa (1-5)	3,87
Nivel del anca	Cualitativa (1-5)	3,68
Lomo	Cualitativa (1-5)	3,98
Pierna	Cualitativa (1-5)	3,91
Brazo	Cualitativa (1-5)	3,76

Largo corporal	Cuantitativa continua	1,49 m
Perímetro del tórax	Cuantitativa continua	1,90 m
Cuál es la base forrajera del establecimiento	1 =Pastizal natural 2 =Natural más implantada 3 = Pastura implantada	2,46
Proporción de especies forrajeras	1= Gramíneas 2 =Leguminosa	1,09
Accesos a verdeos	1=No tiene 2 =Si	1,30
Especie forrajera de invierno	1 =No cultiva 2= Avena 3= Avena y vicia	1,28
Durante qué meses	1= No 2= Junio- septiembre 3= Mayo-septiembre	1,28
Suplementa los vientres BH	1= No 2= Si	1,34
La suplementación es	1= No 2= Estratégica	1,45

En qué meses se suplementa	1= No 2= Invernal	1,45
Qué alimentos utiliza	1= No da alimentos 2= Rollo 3= Rollo, semilla de algodón 4= Silo de maíz 5= Silo de maíz, semilla de algodón	2,13
Cuáles son los nutrientes	1= No 2= Fibra 3= Proteína 4= Proteína y energía	1,95
Adquisición de los alimentos	1=No 2= Producción en el establecimiento 3= Se produce y un poco se compra	1,54
Donde suministra	1= No 2= Potrero 3= Corrales	1,54
Brinda sales minerales	1= No 2= Si	1,59

Realiza alimentación diferencial del ternero	1= No 2= Si	1,09
Ganancia del ternero kg/día	Cuantitativa continua	0,87
Suplementa a la recría	1= No 2= Si	1,75
% PV de la suplementación	Cuantitativa continua	1,02
Ganancia aproximada (kg)	Cuantitativa continua	0,7

Análisis de componentes principales (ACP)

En la tabla 3 se muestra la matriz de correlaciones entre caracteres evaluados, según el análisis de componentes principales (CP) de 28 variables obtenidas sobre 637 animales.

Tabla 3. Matriz de correlaciones de las 637 hembras por 10 caracteres relacionados con la producción y 18 variables relacionadas con el sistema de alimentación.

Variables	CP1	CP2	CP3	CP4	CP5
Categorización subjetiva A-B-C	-0,13	-0,78	0,32	0,24	0,11
Categorización objetiva A-B-C*	0,05	0,92	-0,33	0,33	0,03
Profundidad	0,05	0,69	-0,23	-0,20	0,02
Amplitud de pecho	-3,6E-0,3	0,63	-0,33	-0,25	-0,01

Nivel anca	-0,07	0,41	-0,18	-0,07	-0,02
Lomo	0,10	0,73	-0,28	-0,18	-0,06
Pierna	0,19	0,58	-0,23	-0,09	-0,13
Brazo	0,03	0,68	-0,26	-0,12	-0,08
Largo corporal	-0,07	0,38	-0,17	0,27	0,31
Perímetro torácico	-0,04	0,65	-0,04	0,04	0,27
Base forrajera del establecimiento	-0,11	8,6E-04	-0,39	0,79	-0,19
Esp.que se encuentran en mayor proporción	-0,15	0,52	0,60	0,50	-0,30
Acceso a verdeos	0,40	0,19	0,74	0,15	0,13
Forrajera que utiliza en verdeos	0,13	0,53	0,73	0,37	0,02
Durante qué meses acceden al verdeo	0,46	0,34	0,61	0,04	0,47
Suplementa los vientres Brahman	0,85	-0,01	-0,32	0,15	0,05
Suplementación: estratégica o continua	0,94	-0,18	-0,19	0,11	-0,03
En qué meses se suplementa	0,94	-0,18	-0,19	0,11	-0,04

Qué alimentos utiliza	0,84	-0,05	-0,43	0,20	-0,14
Cuáles son los nutrientes limitantes	0,86	-0,14	-0,34	0,20	-0,09
Adquisición de los alimentos	0,87	-0,06	-0,31	0,13	-0,10
Dónde sumista los alimentos	0,95	-0,09	0,02	-3,8E-03	0,27
Brinda sales minerales	-0,19	0,21	-0,48	0,79	-0,02
Realiza alimentación diferencial del ternero al pie	-0,15	0,52	0,60	0,50	-0,30
Ganancia ternero kg/día	-0,23	0,04	-0,26	0,24	0,86
Suplementa a la recría	0,66	0,04	0,36	-0,26	-0,56
Con que %PV suplementa	0,63	0,24	0,64	-0,25	-0,03
Ganancia aproximada (g/día) durante la recría	0,79	0,08	0,40	-0,06	0,41

* Categorización objetiva A-B-C: variable que surge de una categorización otorgada a cada animal por el programa de análisis, en función de los valores obtenidos para cada variable analizada.

Para analizar las relaciones entre variables en cada CP, se observan cuáles manifiestan una elevada correlación, en función del contexto de correlaciones que existe en cada CP.

El CP1 explicó el 27% de la variabilidad observada. En este CP1 tienen correlación en sentido positivo (a medida que sube el valor del CP1 sube el valor de la variable) las variables que caracterizan al sistema de alimentación: suplementación de vientres, suplementación estratégica en invierno, tipo de alimento que se utiliza, nutrientes limitantes, adquisición de los alimentos, lugar de suministro de alimento, suplementación durante la recría, ganancia de peso aproximada durante la recría.

El CP2 explicó 20 % de la variabilidad. En el CP2 tienen correlación positiva los caracteres relacionados con la producción, como ser; profundidad, amplitud de pecho, nivel del anca, lomo, pierna, brazo y perímetro torácico.

En el CP2 se evidencia con alto peso la categorización en ABC (caracterización subjetiva general del animal), ancho de lomo, profundidad, brazo, perímetro torácico, amplitud de pecho y pierna. Gráfico 1B

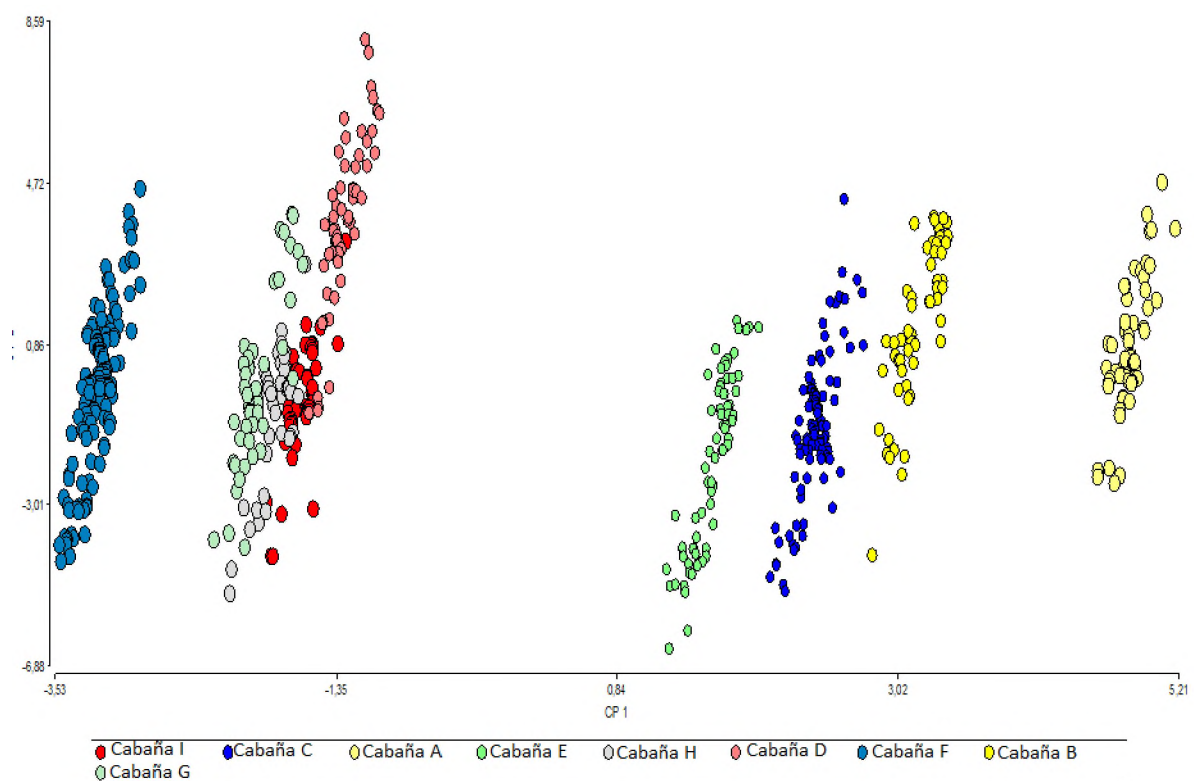


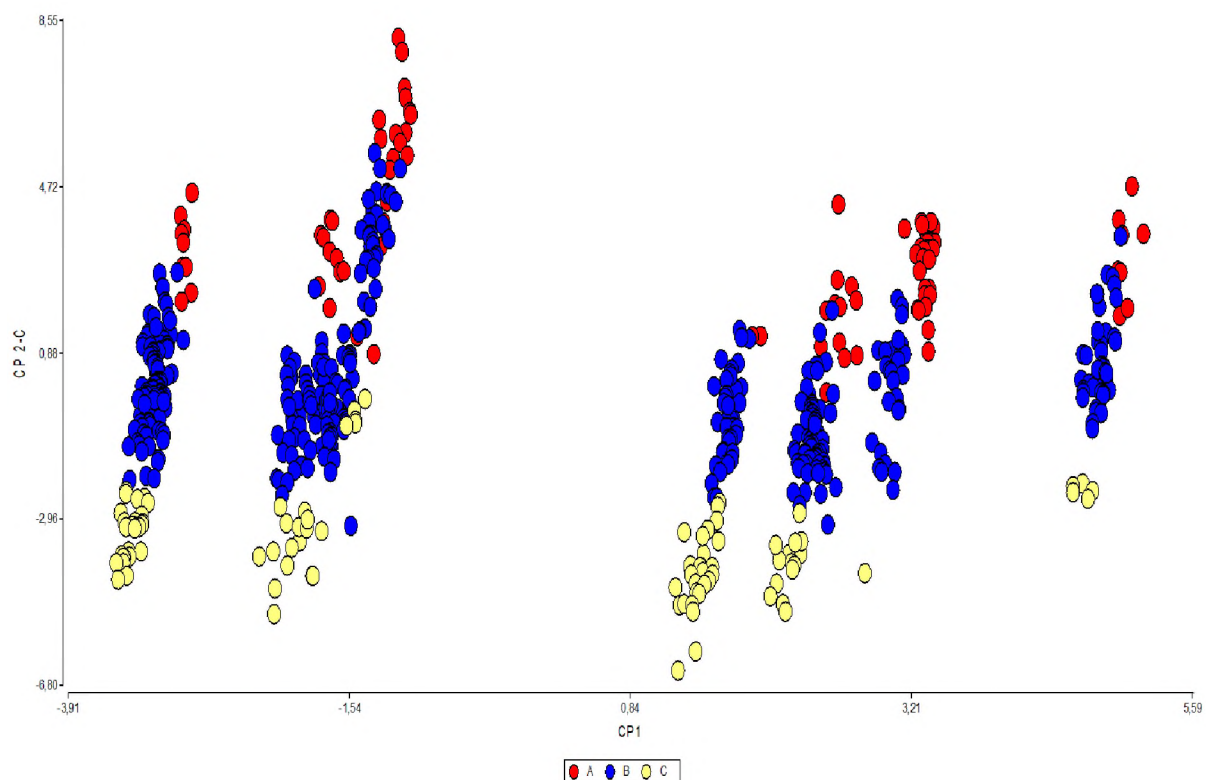
Gráfico 1A. Dispersión de cada individuo y en cada cabaña según méritos productivos relacionado con la alimentación que recibe.

En el gráfico 1.A se puede observar cómo se dispersan los animales de las 9 cabañas. Se observa que hay un agrupamiento de los animales de una misma cabaña entre sí, pero además

de las cabañas, ubicándose más cercanas o lejanas en el espectro en función de los valores de sus animales.

Debido a cuáles variables tienen más peso en cada CP, en el eje horizontal (CP1) se observa que hacia la derecha se encuentran los animales que reciben un manejo intensivo de la alimentación, mientras que hacia la izquierda los animales que pertenecen a cabañas donde el manejo de la alimentación es más extensivo. Sobre el eje vertical (CP2) se dispersan los caracteres asociados con la producción, de manera que los animales mejor evaluados se encuentran en la zona superior del gráfico. Esta manera de presentar la información permite observar y comparar situaciones complejas. Por ejemplo, cuando se comparan la cabaña A y la cabaña F, donde en la cabaña A se puede observar que sus animales se encuentran hacia la derecha del eje horizontal en cuanto al CP1, esto quiere decir que reciben un manejo intensivo de la alimentación, mientras que para los caracteres relacionados con la producción (CP2) la mayoría de los animales se encuentran en un rango medio del eje vertical. Por su parte, en la cabaña F, el manejo de la alimentación es menos intensivo (por el lugar en el que se ubica dentro del CP1) no obstante, los caracteres relacionados con la producción de sus animales son similares a los de la cabaña A.

Gráfico 1.B. Clasificación de animales según variable de categorización en A-B-C.



En el gráfico 1.B se asignó un color diferente a cada animal en función de su clasificación subjetiva en calidad A-B o C. Se puede observar que, independientemente de la alimentación que reciben los individuos, en todas las cabañas se pueden encontrar animales de las tres categorizaciones dentro del rodeo, esto significaría que no solamente la alimentación (cuyas variables se dispersan en el CP1 - eje horizontal) es determinante de la expresión de caracteres relacionados con la producción y calidad general del animal, pudiendo atribuirse este hecho a un componente genético.

El CP3 explicó el 16% de la variabilidad. En el CP3 hay una correlación directa entre las variables “accesos a verdeos de invierno” y “especies forrajeras que utiliza en los verdeos”, y “durante qué meses”, con si brinda suplementación del ternero al pie de la madre. Hay relación inversa entre la variable “brinda sales minerales al plantel Brahman” con los anteriores.

Se infiere de lo anterior que en los campos donde se debe dar sales minerales porque hay carencia de fósforo y calcio en el suelo, no puede cultivar leguminosas para los verdeos de invierno y para la suplementación del ternero al pie de la madre, porque el fósforo es limitante para el rendimiento de las leguminosas, y de allí la relación inversa entre estos dos aspectos (Mesa A. R.; Martínez, J.; Mendoza, F 1987)

Los componentes CP1, CP2 y CP3 sumados explican casi el 63% de la variabilidad, lo cual es una elevada proporción.

En el CP4 tiene peso cuando se observó la tabla 3 la base forrajera que hay en el establecimiento y tiene relación alta directa con el suministro de sales minerales. Por lo tanto, en base a las variables obtenidas de las respuestas a la encuesta, los establecimientos que dan suplementación también son los que implantan pasturas. Podría inferirse de esto un perfil de adopción de tecnologías por parte del productor.

Conclusiones del análisis del ACP de 637 hembras y 28 variables

De todas las variables relacionadas con manejo y alimentación, hay un efecto de la proporción de leguminosas y de la suplementación del ternero al pie de la madre con la expresión de los caracteres relacionados con la producción. Esta fue la correlación con mayor peso de todas las evaluadas.

El hecho de que los caracteres relacionados con la producción se encuentren en un componente diferente de donde están la mayoría de las variables que atañen a la alimentación, indica que hay un efecto importante de la genética en la expresión de los caracteres, es decir, no toda la variabilidad en los caracteres productivos se explicaría por el sistema de alimentación (Perassi, R. E. 2017).

En todas las cabañas se evidenció la presencia de animales de los tipos A, B y C, a pesar de que varían mucho los sistemas de alimentación. Esto sería un argumento más para inferir que la expresión de caracteres no sólo dependería de la alimentación.

El mantener sin variación el nivel de proteínas durante la recría incide en la manifestación de caracteres productivos, en las condiciones evaluadas (Veneciano, J. H., Frasinelli, C. A. 2014)

Análisis de clustering

Para realizar este análisis, se creó una nueva matriz de datos donde cada variable (8 de caracteres relacionados con la producción y 18 variables correspondientes al sistema de alimentación brindada) se promediaron entre todos los animales pertenecientes a cada una de las 9 cabañas (Tabla 4).

Tabla 4. Matriz de correlación entre valores promedios de 26 variables en 9 cabañas.

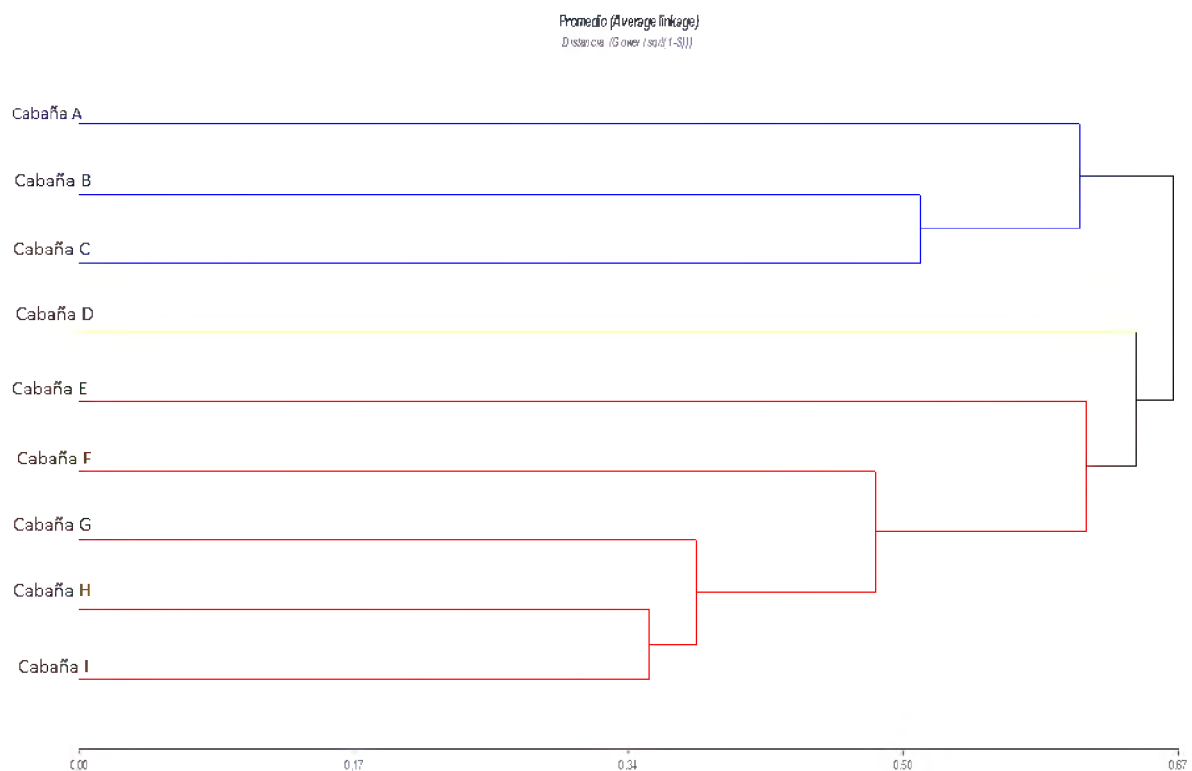
Variables	CP1	CP2	CP3	CP4	CP5
Profundidad	0,58	0,59	-0,07	-0,23	-0,02
Amplitud de pecho	0,38	0,61	-0,45	-0,48	0,18
Nivel del anca	0,28	0,77	-0,34	-0,33	0,05
Lomo	0,61	0,61	-0,24	-0,38	0,01

Pierna	0,81	0,34	-0,16	-0,09	-0,16
Brazo	0,52	0,71	-0,18	-0,14	-0,03
Largo corporal	0,52	0,55	-0,06	0,47	0,23
Perímetro torácico	0,53	0,55	0,12	-0,01	0,16
Base forrajera del establecimiento	0,23	0,12	-0,30	0,79	0,42
Esp.que se encuentran en mayor proporción	0,17	0,71	0,51	0,27	-0,34
Acceso a verdeos	0,34	-0,11	0,85	0,29	-0,05
Forrajera que utiliza en verdeos	0,40	0,52	0,71	0,16	-0,05
Durante qué meses acceden	0,55	0,05	0,69	-0,07	0,39
Suplementa los vientres Brahman	0,85	-0,33	-0,27	-0,11	0,07
Suplementación: estratégica o continua	0,70	-0,68	-0,08	0,13	-0,14
En qué meses	0,70	-0,68	-0,08	0,13	-0,14
Que alimentos utiliza	0,82	-0,35	-0,41	-0,03	-0,17

Cuales son los nutrientes limitantes	0,73	-0,54	-0,26	0,09	-0,12
Adquisición de los alimentos	0,79	-0,43	-0,29	3,1E-04	-0,18
Donde sumista los alimentos	0,74	-0,63	0,26	2,5E-03	0,17
Brinda sales minerales	0,44	0,48	-0,46	0,56	-0,13
Realiza alimentación diferencial del ternero al pie	0,17	0,71	0,51	0,27	-0,34
Ganancia ternero kg/dia	0,34	0,01	-0,10	0,36	0,84
Suplementa a la recría	0,25	-0,25	0,36	-0,57	-0,63
Con que %PV suplementa	0,50	-0,11	0,72	-0,39	-0,02
Ganancia aprox en recría	0,62	-0,42	0,55	-0,02	0,32

A partir de esta matriz se realizó el análisis de clustering, que permitió agrupar a las cabañas en función de sus similitudes y separarlas según sus diferencias (Gráfico 2.A).

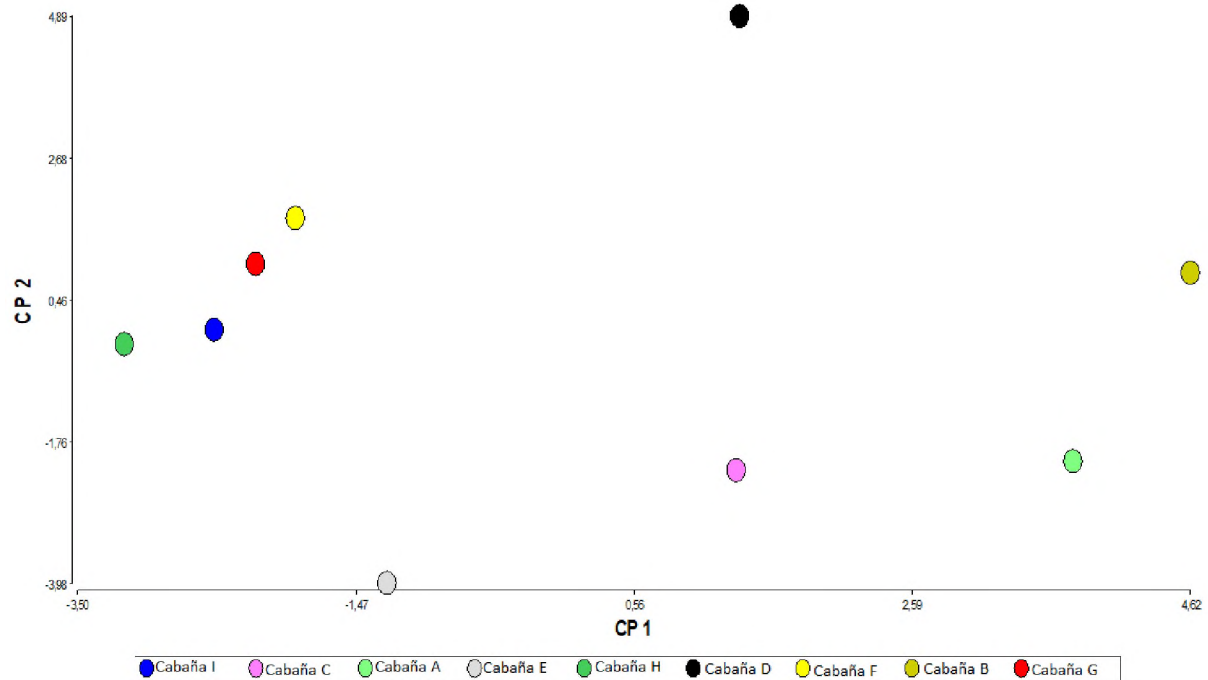
Gráfico 2A. Análisis de clustering tomando el promedio para cada variable analizada, en cada cabaña evaluada.



En el análisis de Clustering se evidenciaron similitudes y diferencias que permitieron agrupar a las cabañas tomando toda la información disponible. Aquellas que se encuentran más cercanas en este gráfico, indican que son más parecidas entre sí en todos los aspectos que aquellas de las que se encuentran alejadas, y en distintas “ramas”. Se pudo observar la decantación de las 9 cabañas en tres grandes grupos donde hubo tres cabañas que se ubican en un nivel, comparándolas con una cabaña que se desprende sola y un grupo de cinco establecimientos.

En el gráfico 2.B se muestra cómo se ubica cada cabaña con respecto de los valores promedio de cada variable, plasmado en un eje de componentes principales. También de esta manera se puede observar un agrupamiento entre cabañas similares.

Gráfico 2B. ubicación de cada cabaña con respecto a los valores promedios



Conclusiones

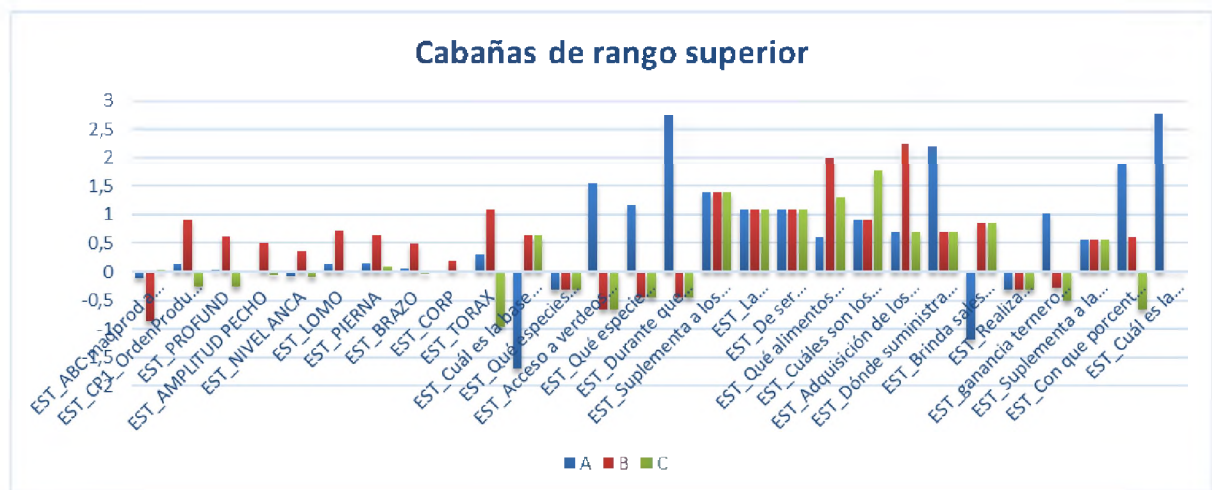
El análisis de clustering permitió establecer objetivamente similitudes y diferencias entre los animales de cada cabaña, considerando para ello toda la información obtenida, lo que significó un gran volumen de datos. Permite una simplificación objetiva de la realidad compleja.

Estandarización

Para esta parte del trabajo se procedió a convertir en valor “cero” al promedio obtenido en todos los animales y en cada una de las variables, para luego poder comparar cuánto se desviaban positiva o negativamente desde el promedio cada cabaña en particular, considerando los valores promedio para cada variable en todos sus animales. Esto permitió asignar a cada cabaña un rango “superior” cuando la mayoría de las variables se desviaban en este sentido con respecto de la media y de rango “medio” e “inferior” en el caso contrario. En los gráficos 3 y 4 se muestra la distribución de estos valores en las cabañas que obtuvieron los rangos superior e inferior de todo el conjunto de datos, respectivamente.

Gráfico 3. Estandarización de cada variable estudiada, en 637 hembras Brahman de las 3 cabañas de rango superior incluidas en el estudio.

3.A Cabañas de rango superior.



Se puede observar que las cabañas A y C poseen caracteres relacionados con la producción similares. En cuanto a la cabaña B posee animales con caracteres relacionados a la producción superiores a estas dos anteriores.

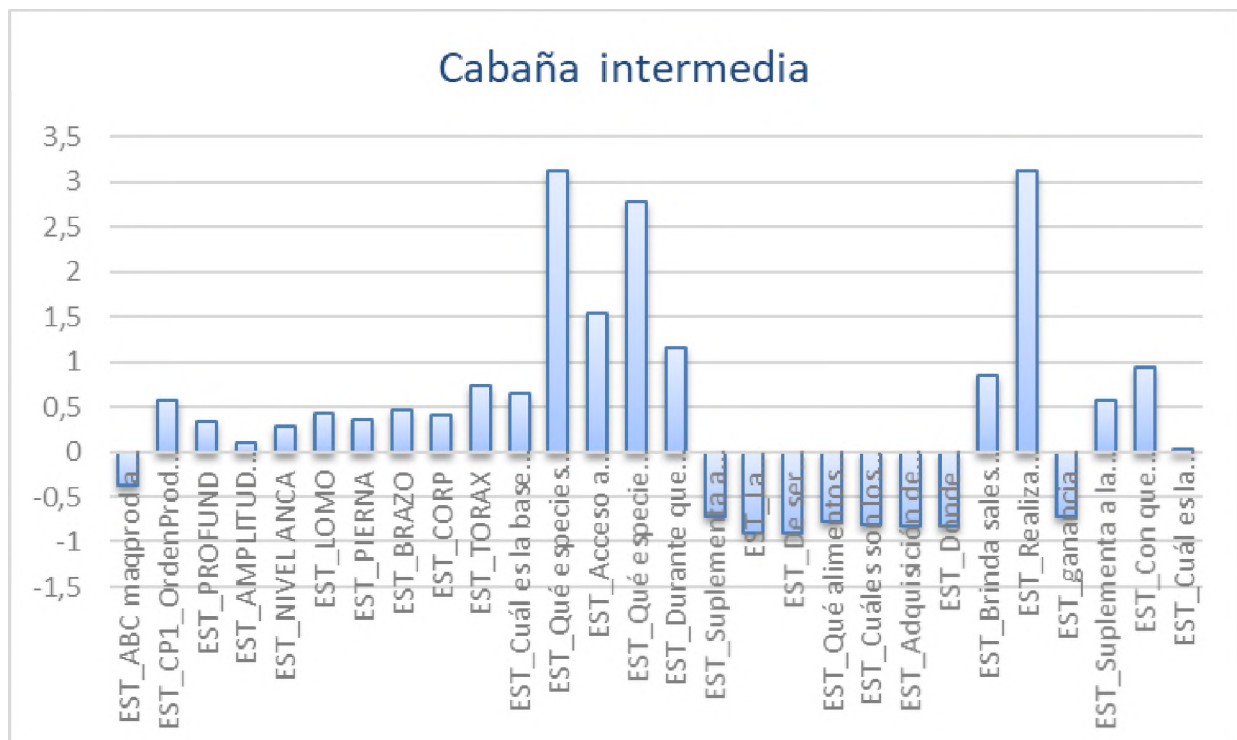
En lo que respecta al manejo de la alimentación, la cabaña A mostró valores negativos ya que la base forrajera del campo se compone de pastizal natural, no obstante, esta cabaña implementa verdeo en sus inviernos con avena, las demás no lo hacen.

Por otra parte, las tres cabañas suplementan a los vientres Brahman, este punto es interesante ya que la cabaña B muestra valores por encima de la media, por la combinación de alimentos que hace para tal fin (silo y semilla de algodón).

7 Conclusión

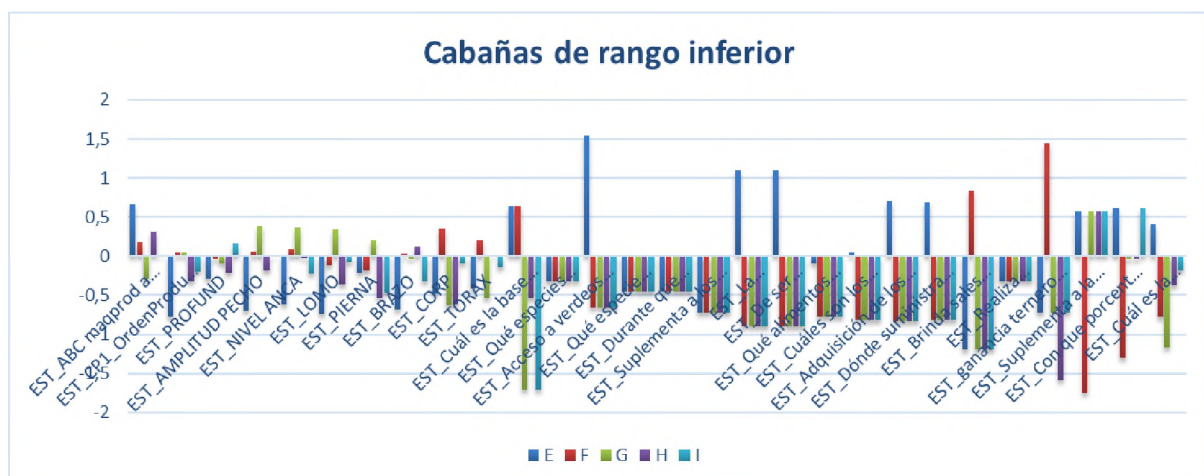
Las tres cabañas tienen un manejo medianamente intensivo sobre la alimentación de sus animales; cabe resaltar que estos establecimientos tienen la particularidad de producir ellos mismos el alimento. Pero productivamente el establecimiento B posee animales de mejor calidad, esto puede deberse a la presión de selección que hace en sus animales para los caracteres productivos, aspectos ambientales, genéticos.

3.B Cabaña de rango medio



Esta cabaña el análisis de clustering la agrupa sola, se puede evidenciar que las características productivas del rodeo están por encima de la media, pero no tan superiores como las del primer grupo. El manejo de la alimentación es intensivo ya que cuenta como base forrajera del establecimiento pasturas implantadas y en mayor proporción son leguminosas, además de suministrar verdeos en el invierno. Otro punto interesante es que realiza alimentación diferencial del ternero al pie de la madre.

3.C Cabañas de rango inferior.



En este gráfico se puede observar similitudes en cuanto a la composición de sus rodeos, que claramente son de menor calidad en cuanto a los caracteres relacionados con la producción, no obstante, hay dos cabañas un tanto superiores que las otras tres en esas características productivas, siendo las cabañas F y G.

Con respecto de la cabaña E se puede ver que las variables productivas son inferiores y se alejan por debajo de la media, pero en cuanto al manejo de la alimentación de su ganado es relativamente mejor que las demás cabañas del grupo. Esto puede deberse a una menor exigencia de selección de su plantel o a que sólo se suplementa a los animales en un período determinado, cubriendo un bache nutricional.

En este grupo de cabañas se observa una falta de incorporación de tecnologías con respecto a la alimentación, a excepción de una cabaña (E), las demás no suplementan ni tienen un control claro sobre este punto, y eso se ve reflejado en las ganancias de peso durante las fases de cría y recría. Esto puede deberse a que estas cabañas no tienen la posibilidad de producir alimento en sus establecimientos.

Cabaña G es para destacar ya que tiene animales relativamente buenos si los comparamos con los del mismo grupo, esto puede deberse a la presión de selección que ofrece el criador, donde además estos individuos se encuentran sobre pastizales naturales que son de baja calidad nutricional y crecimiento estacional muy marcado. Aquí se ve reflejado el poder de adaptación del Brahman, al ser sometido a estas condiciones y aun así arrojar resultados productivos beneficiosos.

Conclusión general.

Se puede decir que un buen manejo de la alimentación juega un rol importante pero no el único para el desarrollo de los caracteres relacionados a la producción de los animales, como ser el tipo de forraje al que tienen acceso los animales en el campo principalmente pasturas implantadas y dentro de estas las leguminosas, así como también el manejo que se le da al rodeo en periodos invernales ofreciéndoles verdes y suplementación estratégica, otro punto clave es el aporte de un alimento de buena calidad rico en proteína desde temprana edad de los terneros estando al pie de sus madres, para que puedan demostrar su potencial productivo.

También existen otros factores que juegan un papel importante en la expresión de los caracteres relacionados con la producción como es la genética, que puede ser dirigida por los criadores en sus programas de mejoramiento genético, teniendo un objetivo claro del tipo de

animal que se requiere y aplicando presión de selección, con el fin de buscar animales funcionales que se adapten a distintos ambientes climáticos y a condiciones de manejo.

8 Agradecimientos

A la Asociación de Criadores Brahman Argentina, por abrirme las puertas y darme el espacio de formar parte de este trabajo junto a la comisión técnica de la misma.

También agradecer a cada productor por recibirnos en sus cabañas, y mostrarse predispuestos a brindar toda la información posible.

A mi tutor externo; Dr Arnaldo Pedro Ragazzi, por confiar en mi para poder llevar acabo todo el trabajo de recopilación de datos a campo a lo largo de cinco provincias y durante dos años.

A la Dra Diana Elina Martínez, quien me supo acompañar y guiar en el proceso de este Trabajo Final de Graduación

Al ingeniero agrónomo Olegario Royo, por todo el trabajo de procesamiento y análisis de los datos recopilados a campo.

9 Bibliografía

Akerman, J. A. 1982. American Brahman: a history of the American Brahman. American Brahman Breeders Association.

Asociación Criadores Brahman Argentina. 2021. Manual del Criador Bahman

Asociación Colombiana de criadores de ganado cebu. 2015. Manual de clasificación lineal para hembras de la raza Brahman. Colombia: Asocebu Colombia.

Barbera, P., Bendersky, D., Calvi, M., Cetra, B. M., Flores, A. J., Hug, M. G., ... & Sarmiento, N. F. 2018. Cría Vacuna en el NEA. Ediciones INTA.

Colina, C. L., & Roldán, P. L. 1991. El análisis de componentes principales: aplicación al análisis de datos secundarios. Papers: revista de sociología, 31-63

Díaz Galián, María Victoria. 2021. Estudio de nuevas herramientas para el fenotipado vegetal de alta resolución y sus aplicaciones en agricultura. Tesis de Doctorado en Técnicas Avanzadas en Investigación y Desarrollo Agrario y Alimentario (TAIDA). Universidad Politécnica de Cartagena.

Fahad, Alshatri N, Tari Z, Almari A, Khalil I, Zomaya A, Foufou S "A Survey of Clustering Algorithms for Big Data: Taxonomy and Empirical Analysis," in IEEE Transactions on Emerging Topics in Computing, vol. 2, no. 3, pp. 267-279, Sept. 2014, <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/6832486>

G Bavera, O Bocco, H Beguet y A Petryna. 2005. Cursos de Producción Bovina de Carne, FAV UNRC. www.produccion-animal.com.ar

Jolliffe, I. 2014. Análisis de componentes principales. En Wiley StatsRef: Statistics Reference Online (eds N. Balakrishnan, T. Colton, B. Everitt, W. Piegorisch, F. Ruggeri y JL Teugels). <https://doi.org/10.1002/9781118445112.stat06472>

Maresaca, 2014. Bovinos: efectos de la nutrición a largo plazo en el desarrollo de la descendencia y calidad de su carne. *Revista veterinaria argentina* <https://www.veterinariargentina.com/revista/2014/10/bovinos-efectos-de-la-nutricion-a-largo-plazo-en-el-desarrollo-de-la-descendencia-y-la-calidad-de-su-carne/>

Matney, SA, Settergren, T. (Tess), Carrington, JM, Richesson, RL, Sheide, A. y Westra, BL 2017. Estandarización de datos de evaluación fisiológica para habilitar el análisis de macrodatos. *Western Journal of Nursing Research* , 39 (1), 63–77. <https://doi.org/10.1177/0193945916659471>

Mesa, A. R., Martínez, J., & Mendoza, F. 1987. Niveles críticos de P en leguminosas promisorias. Pastos y Forrajes.

Liao, S. H.; Chu, P. H. and Hsiao, P. Y. “Data mining techniques and applications - A decade review from 2000 to 2011,” *Expert Syst. Appl.*, vol. 39, no. 12, pp. 11303–11311, 2012

Perassi, R. E. (2017). Factores que determinan las características de la res de los bovinos.

Santana, O. F. (1991). El análisis de cluster: aplicación, interpretación y validación. *Papers: revista de sociologia*, 65-76.

Velázquez, S. 2018. Utilización de Big Data en organizaciones : aplicación en startups argentinas vinculadas al sector agropecuario.

<https://ri.unsam.edu.ar/handle/123456789/148>

Veneciano, J. H., Frasinelli, C. A., & San Luis, I. N. T. A. (2014). Cría y recría de bovinos. Sitio argentino de Producción Animal. Ed HJ Casagrande. p, 50.