APROXIMACIÓN A LOS FACTORES DE DISEÑO DE LAS EDIFICACIONES DESTINADAS A ALBERGUE DE GANADO CAPRINO LECHERO DE LA PROVINCIA DE ALMERÍA

(APPROACH TO THE DESIGN FACTORS OF THE CONSTRUCTIONS DEDICATED TO LODGING OF MILK GOATS LIVESTOCK IN ALMERÍA PROVINCE)

José Pérez Alonso, Dr. Ingeniero Agrónomo. Escuela Politécnica Superior. Universidad de Almería
María Cristina Santamarina Siurana, Dra. Ingeniero Industrial. E.T.S.I. Industriales. U.P. de Valencia
José J. Vallés Prada, Dr. Ingeniero Agrónomo. E.T.S.I. Agrónomos. U.P. de Valencia
Ana Araceli Peña Fernández, Dra. Ingeniero Agrónomo. Escuela Politécnica Superior. Universidad de Almería

Fecha de recepción: 30-IX-03
ESPAÑA
160-16

RESUMEN

En el presente artículo se presentan los resultados de un trabajo de investigación centrado en fijar los factores principales más significativos que condicionan el diseño de los edificios destinados a alojamientos de caprino de leche de la provincia de Almería, considerando los principios conceptuales de la planificación de instalaciones industriales. Para conseguir este objetivo se ha realizado la caracterización de los alojamientos de ganado caprino de leche de la provincia de Almería de una forma integral, mediante muestreo de las referidas explotaciones. Para ello, se ha confeccionado un cuestionario que engloba todos los parámetros o variables de diseño que pueden caracterizar dichas explotaciones, y posteriormente se ha realizado un análisis estadístico multivariante, que ha permitido reducir el número de variables originales mediante un análisis factorial, y que ha conllevado a establecer grupos de explotaciones con características homogéneas junto con la realización de un análisis cluster.

Mediante dicha metodología se han obtenido cinco grupos de granjas con características homogéneas, y se han determinado cinco ejes descriptivos que resumen la totalidad de las variables cuantitativas originales, y que representan los factores de diseño principales que condicionan la construcción de los alojamientos.

Finalmente se ha formulado un modelo matemático que permite discriminar entre cada uno de los grupos homogéneos de granjas, permitiendo clasificar cualquier nueva granja de caprino de leche, y conocer, así, cuales son los parámetros de diseño que la caracteriza y sobre los que hay que actuar.

SUMMARY

In the present article are shown the results of a work of investigation centered in fixing the main factors that condition the design of the buildings dedicated to lodgings of milk goats livestock in Almería province, and considering the conceptual principles of the planning of industrial facilities. For that, it has been carried out the characterization of the lodgings of milk goats' livestock of the Almería province in an integral way, by a sampling of the referred exploitations. For that, a questionnaire has been made which includes all the parameters or variables of design that can characterize this exploitations, and later on it has been carried out an multivariate statistical analysis that has allowed to reduce the number of original variables by a Factorial Analysis, and that it has borne to establish groups of exploitations with homogeneous characteristics together with the realization of a cluster analysis.

By means of this methodology five groups of farms with homogeneous characteristics have been obtained, and five descriptive axes that summarize the entirety of the original quantitative variables have been determined, and that they represent the main design factors that condition the construction of the lodgings.

Finally a mathematical model has been formulated that allows discriminating against among each one of the homogeneous groups of farms, allowing to classify any new farm of milk goats' livestock, and thus to know which are the design parameters that characterize it and those on which is necessary to act.

Informes de la Construcción, Vol. 55, nº 487, septiembre-octubre 2003

1. INTRODUCCIÓN

Tradicionalmente, en España en general y en Andalucía en particular, se han realizado proyectos de investigación destinados a la mejora genética y sanitaria de las razas de cabras lecheras explotadas en las granjas, como la *murciano-granadina, canaria, malagueña*, etc., con la finalidad de conseguir una mayor productividad, pero sin embargo no se había planteado hasta ahora un proyecto de investigación que propusiera la optimización del diseño de los alojamientos para dichas granjas de una forma integral, y dentro del marco de las técnicas del diseño en ingeniería y de la planificación sistemática de instalaciones industriales. Por ello, en este artículo exponemos los resultados parciales de un trabajo de investigación (1) centrado en fijar una aproximación de los parámetros que condicionan el diseño de este tipo de alojamientos, tomando como punto de partida las explotaciones de caprino de leche de la provincia de Almería.

1.1. Conceptualización del trabajo en el campo del diseño técnico y de la planificación industrial

El concepto de diseño técnico es muy amplio y diverso, y, dependiendo de quien lo defina, se centrará más a una materia u otra, pero dentro del contexto que nos ocupa, es significativa la definición propuesta por Álvarez y colaboradores (2), que lo definen como: «*la búsqueda de soluciones innovadoras para satisfacer necesidades humanas mediante la aplicación de conocimientos científicos y tecnológicos y la máxima racionalidad en el consumo de recursos*». De acuerdo a la definición anterior, el trabajo del proyectista consistirá en encontrar una solución al problema de diseño, siendo esta solución a encontrar consecuencia de un conjunto de restricciones tales como: conocimientos, tiempo, recursos económicos utilizados, disponibilidad de tecnología, cualificación de la mano de obra, etc.

En el campo del diseño técnico se suelen diferenciar los siguientes dos subcampos:

I. Diseño arquitectónico e ingeniería civil: orientado hacia la proyección de edificaciones y obras públicas que no soporten procesos productivos.

II. Diseño de instalaciones: orientado hacia la ordenación espacial de los elementos de producción, término que deriva de la expresión inglesa *design facilities*, y que se suele traducir como diseño de instalaciones, entendiendo que éstas contienen todo lo necesario para el desarrollo de un proceso productivo.

En lo relativo al campo del «Diseño de Instalaciones», hay que considerar la producción como el resultado de la interacción de hombres, materiales y maquinaria, los cuales deben constituir un sistema ordenado que permita la maximización de beneficios. En sentido amplio se puede englobar en esta definición lo que se denomina producción para satisfacer confort o incluso producción para satisfacción de necesidades públicas. Las actuaciones propias del «Diseño de Instalaciones» es un paso previo a la realización del diseño de la obra civil, dado que el resultado condicionará sucesivamente los cálculos estructurales y de instalaciones a realizar, y, en definitiva, el diseño último de las edificaciones. Por lo cual se puede considerar el «diseño de la instalación» como un paso previo del diseño arquitectónico y de ingeniería civil, e indispensable, dado que permitirá determinar la solución más adecuada en cuanto a definición y ordenación de áreas para poder realizar los pasos posteriores, lo cual queda conceptualizado dentro de la Planificación Sistemática de Instalaciones Industriales (SPIF), desarrollada por Muther y Hales (3), y que se revisa en el epígrafe siguiente.

1.1.1. Metodología de planificación sistemática de instalaciones industriales (SPIF)

El diseño de instalaciones se realiza en fases, concepto que, junto con el de niveles de diseño, fue introducido por Hales (4). En este sentido, se puede decir que cada proyecto se completa procediendo lógicamente a través de una secuencia de fases de diseño. Cada fase consigna un nivel diferente de diseño y decisión. El solape de las fases se reconoce por la necesidad de integrar las decisiones hechas en diferentes niveles de diseño. De acuerdo a Muther y Hales (3) el proyecto o planificación de instalaciones se realiza en seis fases, partiendo de la fase 0 de prediseño y terminando en la fase V de construcción, de forma que, conjuntando los niveles y fases de diseño, se llega al proceso de diseño. Entre cada fase de diseño, los autores distinguen partes de la instalación que deben planificarse o proyectarse, así, una instalación industrial se puede descomponer en cinco componentes, de acuerdo a la metodología propuesta por los autores denominada «Planificación Sistemática de Instalaciones Industriales (SPIF)». Esta metodología establece en cinco los componentes de una instalación, los cuales serían:

1.- **Distribución en planta**: la ordenación de actividades, disposiciones y espacios alrededor de las interrelaciones existentes entre ellos.

2.- **Manejo de productos**: el método de mover productos, materiales, personal y equipos entre varios puntos de la instalación.

3.- **Comunicaciones y control**: el significado de la transmisión de información entre varios puntos de la instalación, así como su control.

4.- **Utilidades y medios auxiliares**: los conductos y la distribución de substancias como agua, desechos, gas, aire y electricidad.

5.- **Edificio**: la forma, los materiales y el diseño de la estructura del mismo.

Cada uno de estos 5 componentes de una instalación involucra tres principios, los cuales se muestran en la Figura 1.

Muther y Hales (3) desarrollaron la metodología de Planificación Sistemática de Instalaciones Industriales (SPIF) basándose en los conceptos sobre planificación de proyectos industriales expuestos anteriormente, es decir, a partir de los conceptos de fases del proyecto de instalaciones, del proceso de diseño de instalaciones, de los cinco componentes de una instalación, y de los tres principios de cada componente. SPIF es una metodología de planificación sistemática de instalaciones industriales organizada y estructurada, que se compone de cinco sistemas de planificación, uno para cada uno de los cinco com-

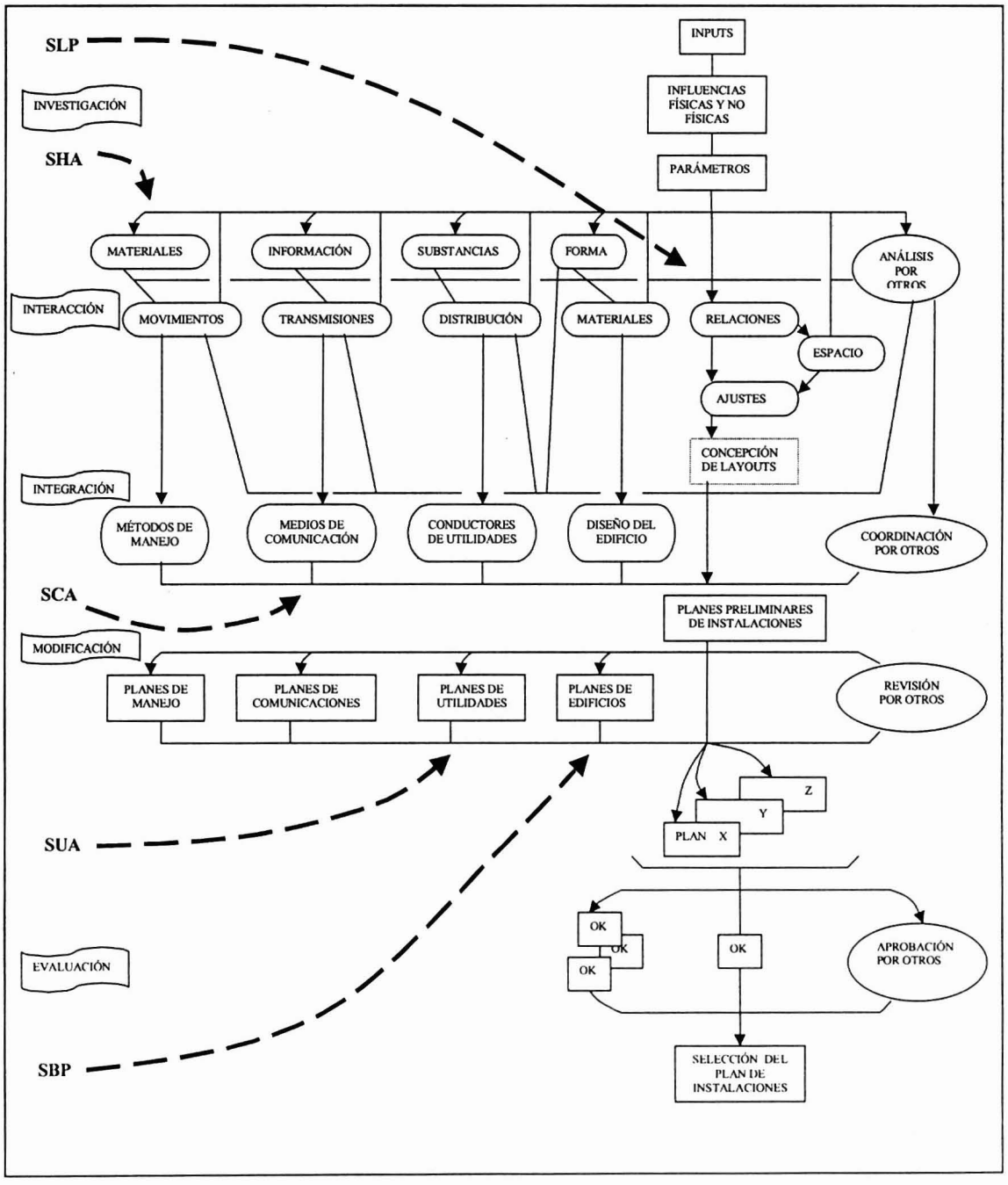

Figura 1.- Esquema general de procedimiento de SPIF (3).

ponentes de una instalación, los cuales están interrelacionados entre sí en las diferentes fases del proyecto como se puede ver en el esquema de la Figura 1. Cada uno de estos sistemas de planificación de los componentes de una instalación son:

1. Planificación sistemática de distribuciones en planta (SLP: Systematic Layout Planning).

2. Análisis sistemático de manejo de productos (SHA: Systematic Handling Analysis).

3. Análisis sistemático de comunicaciones (SCA: Systematic Communications Analysis).

4. Análisis sistemático de utilidades (SUA: Systematic Utilities Analysis).

5. Planificación sistemática del edificio (SBP: Systematic Handling Planning).

1.2. Diseño de alojamientos de caprino de leche

El diseño de un alojamiento ganadero, al igual que una edificación industrial, conlleva la integración de diferentes aspectos, entre los que juegan una importancia especial los propios del diseño del edificio, siendo de resaltar la distribución en planta, la estructura, cerramientos, particiones y suelos, y su relación con la globalidad del proceso de diseño. Siguiendo a Álvarez y colaboradores (2), los aspectos a considerar en el diseño de una granja de forma integrada serían los siguientes:

1. Localización:

- Selección del solar donde se ubicará el alojamiento ganadero.
- Distribución de espacios en el solar.

2. Diseño del edificio:

- Distribución en planta.
- Estructura.
- Cerramientos y paredes interiores.
- Suelos.

3. Diseño de los sistemas de proceso:

- Sistemas de manejo de los animales.
- Sistemas de manejo de personal.
- Sistemas de manejo de maquinaria.
- Sistemas de manejo de productos.

4. Diseño de los sistemas auxiliares.

- Sistemas de manejo de alimentos.
- Sistemas de manejo de agua.
- Sistemas de manejo de estiércol.
- Sistemas de control.

1.2.1. Distribución en planta

De los 4 aspectos de diseño del edificio indicados anteriormente, en las granjas de caprino de leche en estabulación libre, la distribución en planta debe contar con las siguientes áreas funcionales: área de reposo reproductoras, área para cabritos lactantes, área para cabritas de reposición, área de reposo machos reproductores, lazareto, patios de ejercicio, pasillos de alimentación y/o manejo, almacén, henil, sala de espera para ordeño, sala de ordeño, lechería y estercolero. Una planta tipo para una granja de 500 cabras reproductoras es la que se muestra en la Figura 2, propuesta por Pérez (1).

1.2.2. Estructura

En el diseño de un alojamiento caprino de leche es fundamental la elección de la tipología estructural así como su

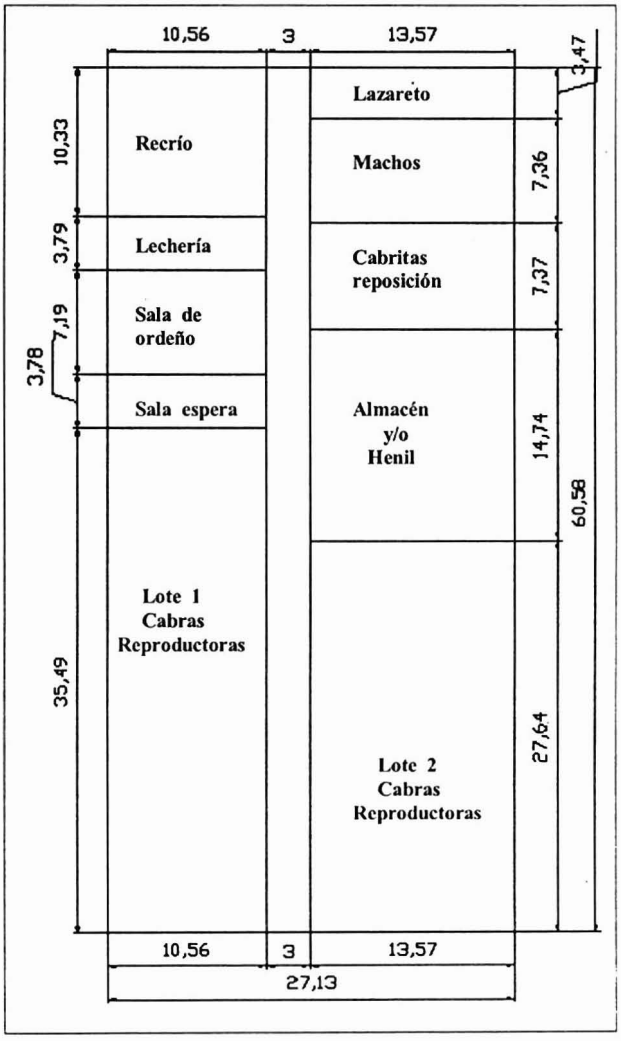

Figura 2.- Distribución en planta tipo de una granja de 500 cabras reproductoras (1).

Informes de la Construcción, Vol. 55, nº 487, septiembre-octubre 2003

material constructivo, debido al ambiente agresivo que suele presentarse, cargado de humedad, polvo, gases nocivos, etc., y porque además es fundamental su influencia en la eficiencia de la ventilación e iluminación natural, que son los sistemas de ventilación e iluminación recomendados para un adecuado confort de las cabras. Existe una interrelación entre la tipología estructural y su material constructivo, ya que la luz, altura, sistema de enlace de la estructura con la cimentación, así como otros factores, condicionan la utilización de un determinado material.

En Francia, el material estructural recomendado en este tipo de explotaciones es la madera y el acero (5). En España, si se diferencia entre estructuras para edificios de pequeñas o grandes explotaciones, para los primeros los muros del cerramiento sirven para transmitir las cargas de la cubierta, para lo que bastará coronar dichos muros con un zuncho superior de hormigón armado, que cumplirá la doble misión de repartir las cargas concentradas correspondientes a los apoyos de cerchas y de arriostrar el edificio en su parte superior, mientras que en los edificios de grandes explotaciones será preciso prever una estructura de vigas y pilares que reciban y transmitan a la cimentación las cargas. En Almería, en el trabajo de investigación sobre los alojamientos de caprino de leche realizado por Pérez (1) se han caracterizado 7 tipologías estructurales, que se muestran en la Figura 3. La tipología (a) de vigas apoyadas sobre muros resistentes es la que más se presenta, en un 50% de las explotaciones, seguida de la (b) de vigas apoyadas sobre muros resistentes y apoyo central en un 13% de las explotaciones. La tipología (d) de pórtico simétrico se presenta en un 18% de explotaciones, la (c) de pórtico asimétrico en un 2%, la (g) de pórtico con un solo faldón inclinado en un 8%, la (f) de pórtico con un solo faldón horizontal en un 7%, y por último la tipología (e) de cercha apoyada sobre pilares en un 2%.

En lo relativo al material, la estructura puede ser fabricada *in situ* o prefabricada, de hormigón armado o metálica, aunque para este tipo de alojamientos se debe preferir la de hormigón armado, por razones tales como un coste menor, menor gasto de conservación, mejor unión entre las obras de albañilería y la de hormigón, y porque sobre una estructura de cubierta metálica en invierno se pueden producir condensaciones del vapor de agua del ambiente, lo que provoca un goteo frecuente inadmisible para el confort de los animales, y, sobre todo, en granjas donde es necesario camas sobre el pavimento (6).

1.2.3. Cerramientos y particiones

El sistema y material de cubierta adoptado en un alojamiento de ganado es fundamental, ya que la cubierta presenta una gran parte de la superficie en contacto con el exterior, por lo que es un elemento constructivo esencial a fin de procurar un ambiente de confort para los animales. Los sistemas de cubierta adecuados para alojamientos de caprino de leche, como para otro tipo de edificación, están relacionados con los materiales que se emplean para el cerramiento de la nave. El material de cubierta puede ser de chapas y paneles metálicos o de placas compuestas de fibras, aunque en Francia se utilizan también de madera que tiene buen comportamiento como aislante térmico (5). En España, hasta hace unos años se utilizaban también cubiertas de teja y pizarra, pero estos materiales encarecen la cubierta, ya que necesitan la colocación de elementos estructurales de cubierta adicionales, tales como cabios, listones, listoncillos, y tableros o placas que permitan su colocación. Las cubiertas de chapa metálica son de chapa de acero fundamentalmente, aunque también se instalan de aluminio. Las cubiertas de placas de fibra están constituidas principalmente por placas de fibrocemento. En muchos casos es necesario que las cubiertas estén bien aisladas, empleándose para ello, fundamentalmente, fibra

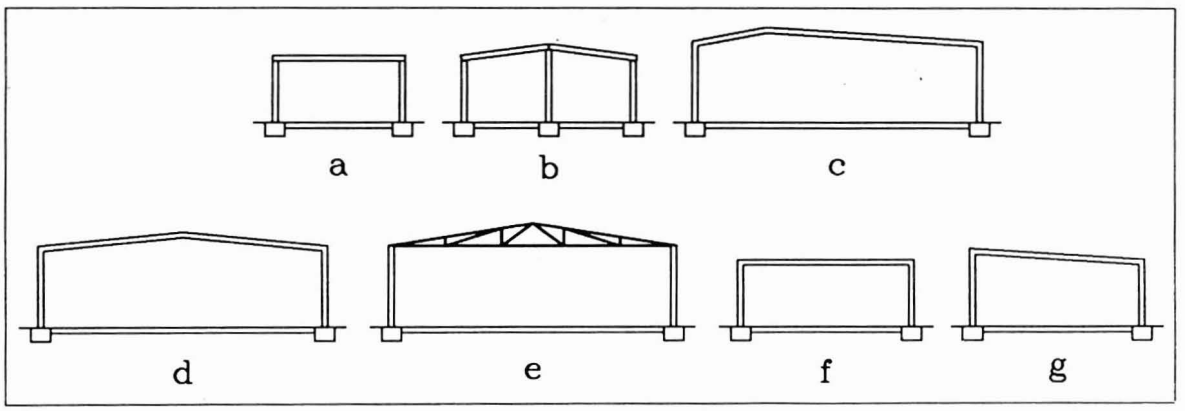

Figura 3.- Tipologías estructurales de las cabrerizas caracterizadas en la provincia de Almería (1).

o lana de vidrio, poliestireno, intercalándolos entre placas granondas exteriores y miniondas interiores, actualmente también se utiliza mucho el poliuretano proyectado directamente en la cara interna de la cubierta.

Los cerramientos, al igual que la cubierta, juegan un papel fundamental en el control ambiental del alojamiento, pero no sólo se utilizan para aislar el interior donde habitan los animales del exterior, sino que además pueden tener finalidad resistente, por soportar cargas de la cubierta. Por ello, los cerramientos hay que concebirlos de acuerdo a que tengan comportamiento estructural o no, denominándose, en cada caso, muros de carga o fachadas, respectivamente.

Los muros resistentes se suelen construir de fábricas resistentes de bloques huecos macizados de hormigón vibrado, de bloques de hormigón ligero, de ladrillo o de piedra. Antiguamente en las cabrerizas se utilizaban como cerramientos resistentes los muros de piedra, dependiendo la naturaleza de la misma de la zona de emplazamiento, o de tierra apisonada o tapial, pero, sin embargo, hoy día, el material más utilizado son las fábricas de bloques indicadas, por sus buenas prestaciones resistentes y por su fácil colocación constructiva.

Las fachadas, se construyen, igualmente, a base de los tres tipos de fábrica indicados en el caso de muro resistente y con elementos prefabricados; estos últimos pueden ser de hormigón, de chapa metálica y de resinas sintéticas.

Las particiones interiores en la cabreriza, tales como las de separación de la sala de ordeño y lechería, y, de éstas, con el resto de áreas del alojamiento, se realizan con los mismos materiales indicados anteriormente para los cerramientos, aunque las fábricas y los paneles de chapa o de fibrocemento son los más recomendables, por su economía y fácil ejecución.

1.2.4. Soleras

El suelo de la cabreriza es uno de los elementos constructivos más importantes, ya que en el mismo el animal pasa la mayor parte del tiempo a lo largo del día, tanto si se encuentra en la zona de reposo, como si se desplaza al parque de ejercicio, sala de ordeño, etc. Recuérdese que la cabra es un animal muy sensible a la humedad, por lo que asegurar unos suelos secos todo el día es fundamental para su bienestar, así como un buen aislamiento térmico del mismo.

La elección de la solera depende de los objetivos que se buscan, del tipo de animal a alojar, del tipo de alojamiento, de los sistemas de limpieza y manejo del ganado, y del sistema de retirada de estiércol. Para ganado caprino de leche en estabulación libre y aporte de paja en la zona de reposo para constituir una cama para los animales, la naturaleza de la solera es diferente dependiendo del área funcional del alojamiento; así, en la sala de ordeño, lechería y pasillos de alimentación o de servicio, almacén, henil, y lazareto la solera será de hormigón, mientras que en la zona de reposo el suelo será de tierra y grava apisonada que permiten la absorción y eliminación de orines y humedades, como la que propone Guerrero (7) en la Figura 4, con lo que se consigue mantener seca la cama, evitándose la propagación de enfermedades y mejora del estiércol. En el patio de ejercicio la solera será de tierra apisonada (arcilla batida) sin o con una capa superior de arena que separe al suelo de la cama.

2. OBJETIVOS

En el marco conceptual desarrollado en la introducción, se plantea realizar la caracterización de los alojamientos de ganado caprino de leche de la provincia de Almería, desde un punto de vista de la distribución en planta de los

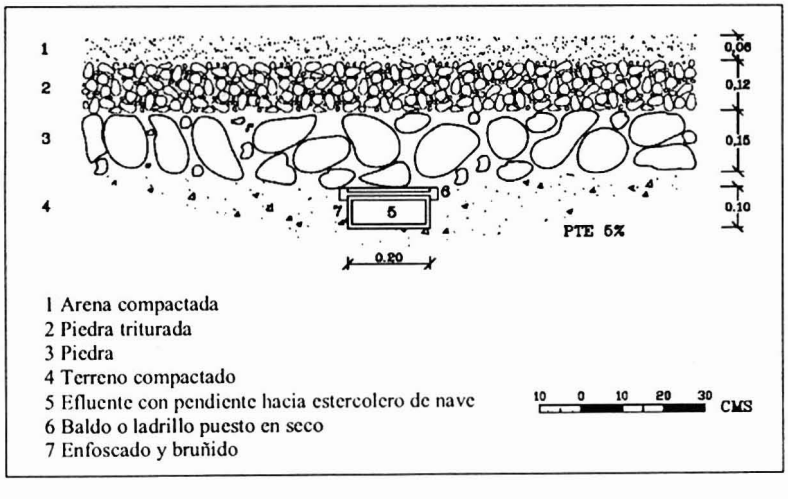

Figura 4.- Sección de una solera en el área de reposo de una cabreriza, propuesta por Guerrero (7).

mismos, sus tipologías y materiales estructurales, así como del manejo del ganado, productos y subproductos e instalaciones, es decir, de una forma integral, con la finalidad de determinar las variables o parámetros de diseño más significativos de dichos alojamientos. Y una vez fijados estos, agrupar las granjas en grupos homogéneos que presenten parámetros semejantes, para, posteriormente, formular un modelo matemático que permita discriminar entre cada uno de los grupos homogéneos de granjas, posibilitando clasificar cualquier nueva granja de caprino de leche, y así conocer cuáles son los parámetros de diseño sobre los que hay que actuar.

3. METODOLOGÍA

Para conseguir los objetivos marcados se ha realizado un muestreo de las explotaciones de caprino de leche de la provincia de Almería, confeccionándose un modelo de encuesta que engloba todos los parámetros o variables que pueden caracterizar dichas explotaciones, realizándose, posteriormente, un análisis estadístico que reduzca el número de variables, y que ha permitido establecer grupos de explotaciones con características homogéneas.

3.1. Material utilizado

El material utilizado en la presente investigación es el conjunto de explotaciones de caprino de leche de la provincia de Almería, de forma que cada explotación se ha caracterizado sobre la base de cinco componentes básicos, relacionados con los componentes de una instalación descritos en la introducción de acuerdo a la metodología SPIF:

1) Características generales de la explotación ganadera.
2) Características del sistema de explotación ganadera.
3) Características de la Distribución en Planta del alojamiento.
4) Características constructivas del alojamiento.
5) Características de las instalaciones y equipamientos.

3.2. Muestreo realizado

3.2.1. Elaboración del censo de ganaderos

La primera etapa para realizar el muestreo es elaborar un censo fiable de ganaderos sobre el que plantear la encuesta. Por ello, y debido a que se centra la investigación en el sector pecuario de caprino de leche, la base de datos correspondientes a las solicitudes de las *primas de ovino-caprino* constituye, sin lugar a dudas, la información más fiable que existe del sector. Dicha información ha sido facilitada por la Delegación Provincial de Agricultura y Pesca de la Junta de Andalucía en Almería, de forma que para las seis comarcas ganaderas de caprino de Almería se dispone del número de explotaciones y del tamaño de su rebaño.

3.2.2. Modelo de encuesta

Para el diseño del cuestionario en el que se recogió de forma ordenada y sistematizada la información encuestal, se contó con la opinión de expertos, tanto de la empresa privada como de la administración pública, que colaboraron en la redacción tanto del borrador del cuestionario inicial como de la versión definitiva del mismo y que se concluyó después de un período de prueba en el que se realizaron algunas encuestas.

El referido cuestionario definitivo se estructura en seis apartados, en los cinco primeros se recogen 121 registros con los parámetros y variables que caracterizan los cinco componentes indicados con anterioridad de las explotaciones de caprino de leche, y el sexto es un apartado gráfico, donde se han dibujado la distribución en planta, alzados y tipología estructural de los alojamientos:

1) Características generales de la explotación, que consta de 18 registros.
2) Características del sistema de explotación, que consta de 17 registros.
3) Características de la distribución en planta del alojamiento, que consta de 28 registros.
4) Características constructivas del alojamiento, que consta de 23 registros.
5) Características de las instalaciones y equipamientos, que consta de 35 registros.
6) Croquis del alojamiento: 1. Distribución en planta, 2. Alzados, 3. Estructura.

En la Tabla 1 (página siguiente) se muestran cada una de las variables originales que se corresponden con los registros del cuestionario elaborado, para cada uno de los cinco primeros apartados.

3.2.3. Técnica de muestreo

La técnica de muestreo adoptada ha consistido en realizar un muestreo aleatorio estratificado, en el que se considera como criterios de estratificación el número de cabezas de las explotaciones de ganado caprino y la comarca donde se encuentra ubicada la explotación, definiéndose así las celdas.

Para realizar la estratificación, la población de explotaciones se agrupó en función del número de cabras en ordeño, en cinco estratos de 50-100, 101-150, 151-200, 201-250 y >250 cabras en ordeño.

3.2.4. Tamaño de la muestra

La población de explotaciones sobre la que se realizó el muestreo se definió cualitativamente compuesta por rebaños caprinos exclusivamente y que contaran con más de 50 cabras en ordeño y, cuantitativamente, según los cen-

Informes de la Construcción, Vol. 55, nº 487, septiembre-octubre 2003

TABLA 1
Variables originales (registros) del cuestionario utilizado en el muestreo

CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA EXPLOTACIÓN
Comarca, municipio, edad del ganadero principal, estudios del ganadero principal, tipo de ayuda al ganadero de la explotación, ganadería saneada, destino de la leche, antigüedad de las cabrerizas, tipo de cabreriza, localización de las cabrerizas, orientación de las cabrerizas, superficie de la explotación, subvención para la mejora de las cabrerizas, año en que percibió la subvención, dispone de electricidad, procedencia del agua, tipo de camino de acceso, conservación del camino de acceso
CARACTERÍSTICAS DEL SISTEMA DE EXPLOTACIÓN
Sistema de producción, raza caprina principal explotada, cabras que se ordeñan, cabras que no se destinan a leche, volumen de leche entregado al año, tipo de estabulación, número de lotes, cabras por lote, número de machos, número de cabras/macho, sistema de limpieza, estado de limpieza del área de reposo, estado de limpieza del patio de ejercicio, utiliza camas en la zona de reposo, tipo de cama en la zona de reposo, añade superfosfato de cal a la cama, tipo de estercolero
CARACTERÍSTICAS DE LA DISTRIBUCIÓN EN PLANTA DEL ALOJAMIENTO
Longitud nave principal, ancho nave principal, superficie nave principal, superficie área de reposo lote 1 de reproductoras, superficie área de reposo lote 2 de reproductoras, superficie patio de ejercicio lote 1 de reproductoras, superficie patio de ejercicio lote 2 de reproductoras, superficie área de reposo cabritos 1-2 meses, superficie patio de ejercicio cabritos 1-2 meses, superficie área de reposo cabritas reposición 2-7 meses, superficie patio de ejercicio cabritas reposición 2-7 meses, superficie área de reposo/cabra, superficie patio de ejercicio/cabra, superficie área de reposo machos reproductores, superficie patio de ejercicio machos reproductores, superficie área reposo lazareto, superficie patio de ejercicio lazareto, longitud pasillo de alimentación, anchura pasillo alimentación, superficie pasillo alimentación, superficie almacén-henil, superficie sala de ordeño, superficie sala de espera para ordeño, superficie lechería, superficie estercolero, posición de la sala de ordeño y lechería en la distribución en planta, disposición de los comederos en la distribución en planta, posición del almacén-henil en la distribución en planta
CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS DEL ALOJAMIENTO
Tipología estructural de la nave principal de la cabreriza, altura pilares y/o muros de carga, altura máxima en cumbrera, pendiente cubierta, material constructivo de las correas, material constructivo de dinteles o cerchas, material constructivo de los pilares, material constructivo de los muros de carga del cerramiento, material constructivo de la cubierta, material constructivo de las particiones interiores, tipo de revestimiento del cerramiento de la cabreriza, tipo material constructivo vigas cargadero, tipo de aislante en la cubierta de la cabreriza, material constructivo de la solera en el área de reposo, material constructivo de la solera en el patio de ejercicio, material constructivo de la solera en el/los pasillos de alimentación, material constructivo de los cerramientos de la sala de ordeño y lechería, material constructivo de la solera de la sala de ordeño y lechería, material constructivo de la cubierta de la sala de ordeño y lechería, material constructivo del estercolero, material de impermeabilización del estercolero, material constructivo de las puertas, material constructivo de las ventanas
CARACTERÍSTICAS DE LAS INSTALACIONES Y EQUIPAMIENTOS
Tipo de ventilación, superficie de ventanas/ superficie área de reposo, volumen de aire por renovación, disposición de las ventanas, tipo de lámparas de alumbrado, potencia total alumbrado, potencia total de los receptores de fuerza, potencia total instalada, tipo almacenaje de agua, capacidad de almacenaje de agua, tipo de evacuación de pluviales, tipo de evacuación de aguas fecales, se dispone de calentador de agua, tipo sistema de aporte de forraje, tipo suministro concentrado en comedero, tipo suministro concentrado en sala de ordeño, longitud de comedero por cabra, anchura del comedero en el fondo, altura del comedero en el lado del pasillo, tipo de bebedero, número de bebederos, tipo de ordeño, tipo de ordeño mecánico, modo de ordeño, número de bandas de la sala de ordeño, número de plazas por banda de la sala de ordeño, número de ordeños por hora, almacenamiento de la leche, capacidad del tanque de frío, número de ordeños diarios en época de alta, número de ordeños diarios en época de baja, temperatura de almacenamiento de la leche en época de alta, temperatura de almacenamiento de la leche en época de baja, tipo de transporte que se utiliza en la recolección, manejo del estiércol

sos proporcionados por la Delegación Provincial de Agricultura y Pesca, como ya se ha indicado, para las tres principales comarcas ganaderas de caprino de la Provincia de Almería con mayor número de efectivos y explotaciones, como son las comarcas «Bajo Almanzora», «Alto Almanzora» y «Campo de Tabernas». El número de explotaciones de las referidas comarcas es de 1.129 representando el 41,9% de las de la provincia, y el número de cabezas de ganado de 96844 que representan el 58,33% del censo provincial. El número total de explotaciones muestreadas fue de 60, representando el 5,3% de las explotaciones de las tres comarcas.

3.2.5. Estrategia de muestreo

Como ya se ha indicado, el muestreo se realizó en dos etapas, una primera en la que se pretendía validar el cuestionario piloto elaborado, visitándose 15 explotaciones, y una segunda fase, en la que se realizó el muestreo deseado con el cuestionario definitivo a las 60 explotaciones muestrales.

3.3. Método de trabajo

3.3.1. Sistema de recogida de la información

La metodología de recogida de la información mediante la encuesta ha sido el de entrevista personal, junto con la observación directa de ciertas características, y la medición directa de longitudes, superficies y volúmenes de diferentes elementos del alojamiento.

3.3.2. Análisis de la información encuestal

Una vez finalizada la fase encuestal, toda la información de los cuestionarios se introdujo en formato de base de datos para su análisis estadístico, el cual se realizó siguiendo las siguientes pautas:

1) Comprobación para los datos encuestales que se verifican las condiciones de independencia, homocedasticidad y normalidad de las variables. Para eliminar las variables redundantes o aquellas que presentaban dependencia lineal se realizó un análisis de la varianza de las variables cuantitativas sobre las cualitativas, considerando modelos de un solo factor, cada variable cualitativa y tantos niveles como clases presentaba la variable.

2) Análisis de correlaciones de todas las variables cuantitativas que den efecto significativo en alguno de los análisis anteriores.

3) A las variables cuantitativas se las sometió a un Análisis Factorial con la finalidad de resumir el número de variables y de intentar entender el funcionamiento conjunto de grupos de variables en la caracterización de los alojamientos. Se identificaron las variables iniciales relacionadas de forma significativa con los factores determinados de mayor autovalor asociado. Posteriormente se representaron las explotaciones en los primeros planos factoriales.

4) A las variables cuantitativas posteriormente se las sometió a un Análisis Cluster con la finalidad de confirmar que la estrategia de muestreo estratificada ha sido correcta, y, a la vez, observar qué grupo de explotaciones presentan características parecidas u homogéneas, al quedar agrupadas en el mismo grupo (cluster). Para ello se utilizó la distancia euclídea estándar y la estrategia de clasificación de Ward.

5) A los cinco primeros factores significativos obtenidos en el Análisis Factorial se les sometió a un Análisis Discriminante respecto de la variable no métrica determinada mediante el Análisis Cluster que proporciona a que grupo pertenece cada elemento muestral (cada granja) de los cinco determinados. Mediante este tratamiento estadístico se pretende obtener funciones que sean capaces de discriminar entre un grupo u otro a partir de las variables cuantitativas más significativas agrupadas en los primeros cinco factores determinados, ya que permitirán clasificar cualquier nueva granja a partir de las variables originales.

6) Las variables cualitativas y cuantitativas significativas se sometieron a un análisis descriptivo consistente en obtener los porcentajes para cada estrato y totales, y, además, para las cuantitativas, sus valores medios.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Una vez realizado el análisis factorial de las variables cuantitativas, del estudio de los autovalores extraídos para cada factor se han extraído 13 factores óptimos que explican el 82,133 % de la varianza total, para ello se ha utilizado el criterio de contraste de caída, el cual se utiliza para identificar el número óptimo de factores que pueden ser extraídos antes de que la cantidad de la varianza única empiece a dominar la estructura de la varianza común. Se estima el contraste de caída con el trazo de raíces latentes (autovalores) en función del número de factores en su orden de extracción, y se utiliza la forma de la curva consiguiente para evaluar el punto de corte. Los autovalores indican la varianza multidimensional o inercia explicada por cada factor asociado. Dado que cada variable inicial tiene varianza igual a 1 (centrada y reducida), los factores con autovalores menores que la unidad carecen de interés, pues explican menos variabilidad que la derivada de las variables iniciales. Por todo ello, se han extraído los 13 factores con autovalores superiores a 1, aunque son los cinco primeros los que explican claramente la estructura subyacente del conjunto de explotaciones de caprino de leche de la provincia de Almería, explicando una varianza acumulada del 56,575 %, valor muy alto teniendo en cuenta el elevado número de variables estudiadas.

Para la interpretación de los factores se deben estudiar las cargas factoriales significativas de las variables en cada factor, de forma que según Hair y colaboradores (8) se consideran las cargas factoriales como significativas para un tamaño muestral de 60 si son iguales o superiores a 0,70. Por lo que en el análisis factorial realizado, presentan cargas factoriales significativas sobre los cinco primeros factores, las variables cuyas cargas factoriales se han escrito en negrita en la Tabla 2.

Como se puede observar cada uno de los cinco factores explica una característica del conjunto de los alojamientos de ganado caprino de la provincia de Almería:

1. Factor 1: presenta cargas factoriales significativas con las variables *número de lotes, superficie patios de ejercicio cabritos 1 a 2 meses, superficie área de reposo cabritas 2 a 7 meses, superficie patios de ejercicio cabritas 2 a 7 meses* y *volumen refrigerador*, lo cual indica que se puede interpretar este factor como un *eje de lotificación del ganado*.

2. Factor 2: presenta cargas factoriales significativas con las variables *ancho de la nave principal, superficie almacén-henil,* y *volumen aire renovación*, por lo que se puede interpretar este factor como un *eje de las dimensiones de la nave.*

3. Factor 3: presenta cargas factoriales significativas con las variables *superficie sala de ordeño, número de bandas de la sala de ordeño, número de plazas de ordeño por banda,* y *número de ordeños por hora*, por lo que se puede interpretar este factor como un *eje del grado de tecnificación del ordeño.*

4. Factor 4: presenta cargas factoriales significativas con las variables *longitud pasillo de alimentación* y *ancho pasillo de alimentación,* por lo que se interpreta como un *eje de dimensiones del pasillo de alimentación.*

5. Factor 5: presenta cargas factoriales significativas con las variables *superficie patios de ejercicio lote 1, superficie patios de ejercicio lote 2, y superficie patios de ejercicio por cabra*, por lo que se interpreta como un *eje de dimensiones de los patios de ejercicio.*

Por todo ello, y mediante la metodología del análisis factorial se observa que los parámetros o variables iniciales que condicionan el diseño de los alojamientos de las explotaciones de ganado caprino de la provincia de Almería, quedan resumidas por orden de importancia mediante cinco grupos de variables agrupados como cinco ejes descriptivos.

De la representación sobre los planos factoriales de todas las explotaciones, a partir de las puntuaciones factoriales de cada explotación sobre cada factor (de forma que dicha representación se ha realizado para los pares de ejes: factor 1-factor 2, factor 1-factor 3, factor 1-factor 4, y factor 1-factor 5), se observa claramente el agrupamiento de las explotaciones en cinco grupos homogéneos en cuanto a la caracterización realizada. En la Tabla 3 se expresan las características más significativas que identifican a las explotaciones de cada grupo. Hay que notar que el grupo 4 sólo se distingue con claridad en el plano factorial factor 1-factor 5, poniéndose de manifiesto que las dos explotaciones de este grupo presentan unos patios de ejercicio muy grandes, propios de explotaciones en estabulación permanente, en las que las cabras no salen a pastar al campo.

TABLA 2
Cargas factoriales de las variables sobre los primeros 5 factores después de la rotación

VARIABLES (unidades)	FACTOR 1	FACTOR 2	FACTOR 3	FACTOR 4	FACTOR 5
Número de lotes (ud)	**0,789779**	0,235556	0,213044	0,232427	0,0910522
Ancho nave principal (m)	0,218326	**0,795601**	0,113979	0,174306	0,186754
Superficie patios ejercicio lote 1 (m^2)	-0,0242674	0,0594636	0,0858777	-0,0587931	**0,935909**
Superficie patios ejercicio lote 2 (m^2)	0,0365649	0,0747491	0,109901	-0,0779424	**0,929273**
Sup. patios ejerc. cabritos 1 a 2 (m^2)	**0,731868**	0,04783	0,0927595	0,527143	-0,0132091
Sup. área reposo cabritas 2 a 7 (m^2)	**0,936497**	0,0474618	0,0236848	0,162311	-0,016334
Sup. patios ejerc. cabritas 2 a 7 (m^2)	**0,937915**	0,0323597	0,019563	0,168114	-0,0283781
Sup. patios ejerc. por cabra (m^2)	0,0202715	0,108693	0,0666527	0,0473044	**0,818566**
Longitud pasillo alimentación (m)	0,307016	0,156181	0,139297	**0,853072**	-0,00751079
Ancho pasillo alimentación (m)	0,146546	0,208866	0,187412	**0,817958**	-0,0333399
Superficie almacén-henil (m^2)	0,0572376	**0,765309**	-0,0436947	0,186089	0,117971
Superficie sala de ordeño (m^2)	0,164885	0,11591	**0,808696**	0,112275	0,105
Volumen aire renovación (m^3)	0,266522	**0,853338**	-0,0062432	0,220354	0,0229427
Nº bandas sala ordeño (ud)	0,248148	-0,0041930	**0,821157**	0,215692	0,112321
Nº plazas ordeño/banda (ud)	0,059093	0,0300619	**0,873372**	0,229959	0,201958
Nº ordeños/hora (ud/h)	0,284379	0,154519	**0,722766**	0,143662	0,146204
Volumen refrigerador (m^3)	**0,729976**	0,253533	0,391198	0,00558167	0,0433526

TABLA 3
Características de los grupos homogéneos de explotaciones

Factor	Grupo 1	Grupo 2	Grupo 3	Grupo 4	Grupo 5
Lotificación del ganado	No lotifican	No lotifican	2 lotes reproductoras	2 lotes reproductoras	Varios lotes
Dimensiones de la nave	Pequeñas	Muy pequeñas	Mediana	Mediana	Grande
Grado de tecnificación del ordeño	Ordeño manual, y mecánico en sala de una banda y 12 plazas	Ordeño manual sin sala de ordeño	Ordeño mecánico en sala de una banda y 12 plazas	Ordeño mecánico en sala de una banda y 14 plazas	Ordeño mecánico en sala de una o dos bandas y 12 ó 14 plazas
Dimensiones del pasillo de alimentación	No disponen de pasillo de alimentación	No disponen de pasillo de alimentación	Pasillo de alimentación de 1,3 m. de ancho	No disponen de pasillo de alimentación	Pasillo de alimentación de 1,5 m de ancho
Dimensiones de los patios de ejercicio	No presentan patios de ejercicio, o son muy pequeños	No presentan patios de ejercicio, o son muy pequeños	Patios de ejercicio medianos	Patios de ejercicio muy grandes	Patios de ejercicio medianos

TABLA 4
Centroides de las variables más significativas para cada grupo de explotaciones

Variable (unidades)	Grupo 1	Grupo 2	Grupo 3	Grupo 4	Grupo 5
Nº de cabras (ud)	146	86	183	147	375
Nº de lotes (ud)	1	1	2	2	5
Sup. patios ejercicio cabritos 1 a 2 (m^2)	2	0	15	0	105
Sup. área reposo cabritas 2 a 7 (m^2)	0	0	0	0	72,12
Sup. patios ejercicio cabritas 2 a 7 (m^2)	0	0	0	0	104,85
Volumen refrigerador (m^3)	372	243	396	370	1200
Ancho nave (m)	8	6	12	11	14
Superficie almacén-henil (m^2)	30	25	101	53	71
Altura pilares (m)	2,8	2,8	3,6	3	3,6
Altura máxima cumbrera (m)	3,3	3,2	4,9	4	4
Volumen aire renovación (m^3)	401	249	1296	558	1738
Superficie sala ordeño (m^2)	22	0	21	22	29
Bandas sala ordeño (ud)	1	0	1	1	1-2
Nº plazas ordeño/banda (ud)	12	0	12	14	12
Nº ordeños/hora (ud/h)	77	38	76	75	115
Longitud pasillo (m)	0	0	19	0	33
Ancho pasillo (m)	0	0	1,3	0	1,5
Superficie patios ejercicio lote 1 (m^2)	98	77	208	1900	126
Superficie patios ejercicio lote 2 (m^2)	34	11	147	1900	126
Superficie patios ejercicio/cabra (m^2)	1,1	0,9	2	10	1,8

Posteriormente se realizó un análisis cluster para las 26 variables cuantitativas significativas en el análisis factorial más cuatro variables con altas comunalidades, *número de cabras, litros de leche, altura de los pilares,* y *altura máxima en cumbrera*, obteniéndose que el número de grupos óptimo en el que se han agrupado las explotaciones es de cinco. En este análisis multivariante es fundamental fijar el método de aglomeración y el método de medida de la distancia entre individuos. En el análisis realizado en este trabajo se ha adoptado el método de aglomeración de *Ward*, y, como medida de distancia, la distancia *euclídea estandarizada*.

Por último, hay que interpretar los conglomerados que se han formado de manera significativa, lo cual se realiza a partir de los valores de los centroides de las variables analizadas. Para ello se exponen en la Tabla 4 los valores de los centroides de las variables que cargaron significativamente sobre los cinco primeros factores extraídos en el análisis factorial, así como para las variables *número de cabras, altura pilares,* y *altura máxima en cumbrera*. Se observa que cada grupo se correlaciona con un determinado tamaño del rebaño, confirmando la estrategia muestral seguida, así el grupo 1 presenta una media de 146 cabezas, el grupo 2 un tamaño de 86 cabezas, el gru-

Informes de la Construcción, Vol. 55, nº 487, septiembre-octubre 2003

po 3 un tamaño de 183 cabezas, el grupo 4 un tamaño de 147 cabezas, y el grupo 5 un tamaño de 375 cabezas. Nótese que el grupo 1 y 4 presentan el mismo tamaño, lo que ocurre es que el grupo 4 está constituido por dos explotaciones análogas a las del grupo 1 pero que presentan unas características diferenciadoras que consisten en un mayor tamaño de los patios de ejercicio, mayor lotificación, y mayores dimensiones de la nave ganadera. El grupo 4 se puede considerar como intermedio en cuanto al grado de tecnificación entre el grupo 1 y el 3.

Como se puede observar en la Tabla 4, cada uno de los cinco grupos de explotaciones obtenidos mediante el análisis cluster coincide plenamente con los cinco grupos obtenidos en el análisis factorial, quedando explicado cada uno de los grupos por las características ya remarcadas en la Tabla 3, que se confirman ahora numéricamente, mediante los centroides de las variables.

Por lo que se puede concluir que las explotaciones de caprino de leche de la provincia de Almería se pueden agrupar en cinco grupos homogéneos, que se corresponden con cuatro tamaños de explotación medios: 86, 146-147, 183 y 375 cabras de ordeño:

Grupo 1: granjas de 101 a 150 cabras, en unos casos con ordeño manual en un rincón de la cabreriza y en otros ordeño mecánico del tipo de tubería con descarga a cántara, sin sala de ordeño en el primer caso y con sala de ordeño en el segundo, en la que no se lotifica el rebaño, las dimensiones de la granja son pequeñas y no existe pasillo de alimentación, no presentan patios de ejercicio o son muy pequeños, presentando una tipología estructural simple pero más estudiada que en el grupo 2. En la Fotografía 1 se puede observar una granja de este grupo que dispone de sala de ordeño.

Grupo 2: granjas de 50 a 100 cabras, con ordeño manual en un rincón de la cabreriza, sin sala de ordeño, en la que no se lotifica el rebaño, las dimensiones de la granja son pequeñas, no existe pasillo de alimentación, no presentan patios de ejercicio o son muy pequeños, presentando una tipología estructural muy simple y variada. En la Fotografía 2 se puede observar una granja de este grupo que sí dispone de patios de ejercicio.

Grupo 3: granjas de 151 a 200 cabras, con ordeño mecánico en sala del tipo de tubería con descarga a unidad final, en la que se lotifica el rebaño en 2 lotes, las dimensiones de la granja son medianas, sí existe pasillo de alimentación de hormigón en masa y de 1,5 a 3 m. de ancho, presentan patios de ejercicio medianos, presentando una tipología estructural más tecnificada constituida por cerchas o pórticos metálicos o de hormigón armado. En la Fotografía 3 se puede observar una granja de este grupo, en la que se dispone de pasillo central de alimentación y/o manejo.

Foto 1.- Granja del grupo 1 que dispone de sala de ordeño.

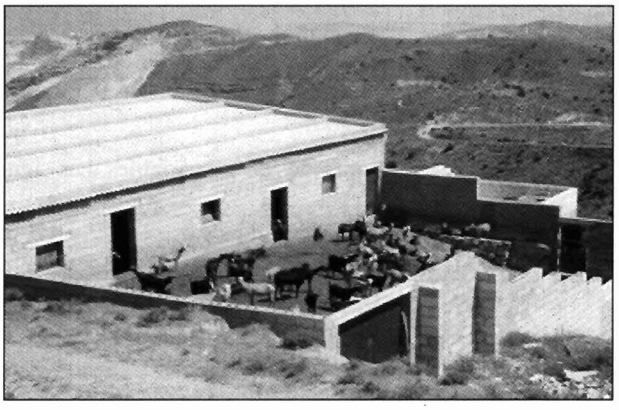

Foto 2.- Granja del grupo 2 que dispone de patios de ejercicio.

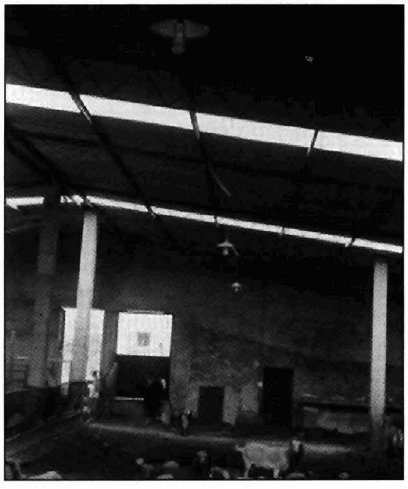

Foto 3.- Granja del grupo 3 que dispone de pasillo central de alimentación y/o manejo.

Grupo 4: granjas de 101 a 150 cabras, con ordeño mecánico del tipo de tubería con descarga a unidad final, en sala de ordeño de una banda y 14 plazas, en la que se lotifica el rebaño en 2 lotes, las dimensiones de la granja son medianas, y no existe pasillo de alimentación, presen-

Foto 4.- Granja del grupo 5 que dispone de pasillo central de alimentación y/o manejo.

tan patios de ejercicio muy grandes, presentando una tipología estructural simple pero más estudiada que en el grupo 2.

Grupo 5: granjas de más de 200 cabras, con ordeño mecánico en sala del tipo de tubería con descarga a unidad final, en la que se lotifica el rebaño en 3 o más lotes, las dimensiones de la granja son medianas, y sí existe pasillo de alimentación de hormigón en masa, presentan patios de ejercicio medianos, presentando una tipología estructural más tecnificada constituida por cerchas o pórticos metálicos o de hormigón armado (Fotografía 4).

Una vez conocidos los cinco grupos de granjas, es interesante disponer de un modelo analítico que permita clasificar cualquier granja (de la muestra o cualquier otra) a partir de las variables iniciales más significativas, agrupadas en los primeros cinco factores determinados, ya que de esta forma se conocerán rápidamente los factores de diseño de la misma, y proporcionará unas pautas de actuación inmediata. El análisis discriminante realizado ha considerado como variable dependiente no métrica a los grupos de granjas determinados (denominaremos a dicha variable CLUSTER), y como variables métricas dependientes los cinco primeros factores determinados en el análisis factorial. Los resultados de dicho análisis discriminante han arrojado un modelo constituido por las siguientes cuatro funciones discriminantes dependientes de los cinco factores determinados, y que además han permitido realizar la clasificación de las explotaciones muestrales de forma estadísticamente significativa:

$$Z1 = 4{,}01805 \cdot F1 - 0{,}522259 \cdot F2 - 1{,}87515 \cdot F3 + 0{,}00746072 \cdot F4 + + 0{,}50076 \cdot F5 + 0{,}0000315465$$

$$Z2 = -0{,}262356 \cdot F1 - 0{,}827151 \cdot F2 - 2{,}53834 \cdot F3 + 0{,}0635939 \cdot F4 + + 2{,}1139 \cdot F5 + 0{,}000268895$$

$$Z3 = -0{,}178284 \cdot F1 + 0{,}428056 \cdot F2 + 1{,}09943 \cdot F3 + 0{,}21845 \cdot F4 + + 2{,}11243 \cdot F5 + 0{,}000923676$$

$$Z4 = -0{,}74022 \cdot F1 + 0{,}892524 \cdot F2 - 0{,}790975 \cdot F3 + 1{,}32394 \cdot F4 - - 0{,}0684911 \cdot F5 + 0{,}00559801$$

Mediante las cuatro funciones anteriores se ha realizado una tabla de clasificación de los elementos de la muestra, obteniéndose un porcentaje de casos correctamente clasificado en su correspondiente grupo del 91,67%.

5. CONCLUSIONES

1) Los factores de diseño de las edificaciones de los alojamientos de ganado caprino de leche de la provincia de Almería, quedan definidos por orden de importancia mediante cinco grupos de variables agrupados como cinco ejes descriptivos: 1. Lotificación del ganado, 2. Dimensiones de la nave ganadera, 3. Grado de tecnificación del ordeño, 4. Dimensiones del pasillo de alimentación y/o manejo, 5. Dimensiones de los patios de ejercicio. Valores crecientes de cada uno de los cinco ejes descriptivos anteriores indican mejor diseño y grado de tecnificación de la granja, y viceversa.

2) Se observa claramente como los cinco factores de diseño anteriores se correlacionan con los cinco componentes de una instalación que propugna la metodología SPIF; el componente 5 (edificio) es el edificio del alojamiento, cuyo diseño depende de la lotificación del ganado, es decir, del manejo, por lo que se correlaciona con el componente 2 (manejo de productos), de las dimensiones de la nave ganadera, de las dimensiones del pasillo de alimentación y/o manejo, y de las dimensiones de los patios de ejercicio, correlacionados con el componente 1 (distribución en planta), y del grado de tecnificación del ordeño que se correlaciona con los componentes 3 (comunicaciones y control) y 4 (utilidades y medios auxiliares), ya que el equipo de ordeño es la instalación más importante en una granja de animales productores de leche, que contempla comunicaciones y control, así como utilidades y medios auxiliares.

3) Mediante la utilización de las variables antes referidas las explotaciones de caprino de leche de la provincia de Almería se pueden agrupar en cinco grupos homogéneos, que se corresponden con cuatro tamaños de explotación medios: 86, 146-147, 183 y 375 cabras de ordeño.

4) Las granjas del grupo 2 (86 cabras) sería recomendable que evolucionen hacia granjas del grupo 1 (146 cabras), para lo cual deben incrementar el tamaño del rebaño e instalar un equipo de ordeño mecánico, que es recomendable que se instale en una sala de ordeño con un diseño cons-

tructivo y una posición en la distribución en planta adecuados, como el que presentan las explotaciones de los grupos 3 (183 cabras) y 5 (375 cabras). Ambos grupos de granjas 1 y 2, deben planificar el manejo del ganado al menos en dos lotes, uno para cabras en ordeño, y un segundo lote para cabras que no se ordeñan.

5) Las granjas del grupo 4 (147 cabras) sería recomendable que evolucionen hacia granjas del grupo 3 (183 cabras), para lo cual deben incrementar el tamaño del rebaño e instalar un pasillo de alimentación que favorezca el flujo de alimentos en la granja. Este pasillo de alimentación es recomendable que se ejecute mediante una solera de hormigón en masa de 3 m de ancho. Ambos grupos de granjas deben planificar el manejo del ganado incrementando el número de lotes de cabras en ordeño de acuerdo a la capacidad del equipo de ordeño.

6) Finalmente, se ha formulado un modelo matemático que permite discriminar entre cada uno de los grupos homogéneos de granjas, permitiendo clasificar cualquier nueva granja de caprino de leche, y conocer, de este modo, cuáles son los parámetros de diseño que la caracteriza y sobre los que se puede actuar.

BIBLIOGRAFÍA

(1) Pérez, J.: Caracterización y diseño de los alojamientos ganaderos de caprino de leche de la provincia de Almería mediante técnicas de optimización de distribución en planta y de sistemas de ventilación natural. Tesis doctoral. Universidad Politécnica de Valencia. España. 2003.

(2) Álvarez, C. J.; Marco, J. L.; González, J. A.: Ingeniería del diseño: una aproximación a la distribución en planta. Publicaciones de la E.T.S.I. Agrónomos de Madrid. España. 1995.

(3) Muther, R.; Hales, L.: Systematic Planning of Industrial Facilities (SPIF), Volúmenes I y II. Management and Industrial Research Publications, Kansas. U. S. A. 1979.

(4) Hales, H. L.: Computer- Aided Facilities Planning -A Brief Survey of Current Practice. Proceedings of the Numerical Control Society. Annual Technical Conference, Los Angeles - California. U.S.A. 1979.

(5) Toussaint, G.: The housing of milk goats. Livestock Production Science, 49: 151-164. 1997.

(6) García-Vaquero, E.: Diseño y construcción de alojamientos ganaderos. Ediciones Mundi-Prensa, Madrid. España. 1987.

(7) Guerrero, P.: Construcción y mejora de cabrerizas. Consejería de Agricultura, Ganadería y Pesca de la Región de Murcia. España. 1989.

(8) Hair, J. F.; Anderson, R. E.; Tatham, R. L.; Black, W. C.: Análisis multivariante. 5ª ed. Prentice Hall Iberia, Madrid. España. 1999.

* * *