

Influencia de Factores Ecológicos sobre la Densidad Ganadera.

The influence of ecological factors on the livestock density

Francesco di Castri *
Ernst R. Hájek *
Carlos Winckler **

Instituto de Higiene y Fomento
de la Producción Animal
Universidad de Chile.

La explotación ganadera constituye un problema extremadamente complejo, dentro del cual la población animal no es sino un elemento que no puede tomarse en cuenta aisladamente. Sólo un análisis global de los factores físicos y biológicos del ecosistema agropecuario puede permitir alcanzar soluciones integrales.

En nuestro medio, cuando se enfocan problemas ganaderos, falta por lo general una visión de conjunto en que factores climáticos, edáficos y vegetacionales se engloben estrechamente con los propiamente pecuarios; está por ejemplo muy difundida una lamentable tendencia de mirar el "complejo suelo" separadamente del "complejo ganado", sin considerar que existe interacción entre ambos.

Por estas razones, se ha estimado de interés presentar este trabajo, de tipo simplemente introductorio, delineando algunos aspectos ecológicos que inciden sobre la carga ganadera.

Para este estudio se han tomado en cuenta el clima, el suelo, el tipo de vegetación natural y la densidad poblacional humana de cada provincia, dando relativamente más énfasis a los elementos climáticos, ya que ellos son directa o indirectamente responsables de la estructura edáfica, de las características vegetacionales y también de las variaciones en la vida animal (di Castri & Hájek, 1961).

Resulta conveniente definir el significado que al término de carga ganadera se atribuye en el presente trabajo: Carga o densidad ganadera es el número de animales domésticos, expresado en Unidades Animales (U. A.) u otra forma equivalente, que existe por unidad de superficie (hectárea). Se habla de **densidad ecológica** (económica, específica o relativa) al considerar sólo la superficie efectivamente utilizada por el ganado, es decir, con presencia de pastos y forrajeras; de **densidad absoluta** (o bruta), si se calcula la superficie total de la zona estudiada, aun incluyendo terrenos sin explotación pecuaria.

El problema de la carga ganadera está muy íntimamente relacionado con el de la

* Sección Ecología Animal.

** Memorista Sección Ecología Animal.

producción forrajera, ya que es una forma de expresar esta última en función del número de animales que ella pueda mantener, vale decir, la capacidad de pastoreo.

Bajo este punto de vista, la densidad ganadera no es sino un método para determinar el rendimiento del ecosistema agropecuario; el animal es sin duda el indicador más importante, ya que el pasto constituye un elemento esencial sólo por representar el alimento para el ganado.

Es interesante tratar de situar la ubicación de la densidad ganadera dentro del complejo de los otros métodos destinados a establecer los rendimientos pecuarios, ya que el problema de la determinación objetiva de la productividad de este ecosistema y su caracterización con líneas comparativas es actualmente confuso y ha recibido enfoques muy heterogéneos. Nos parece que los métodos utilizados en estudios ecológicos sobre los rendimientos de ecosistemas terrestres y acuáticos (Odum, 1959), deberían aplicarse también en ganadería, pues permitirían adoptar un punto de vista unitario y aumentarían las posibilidades de extraer conclusiones de síntesis de una serie de datos dispersos.

Con estas premisas, el rendimiento de un ecosistema agropecuario podría evaluarse, siguiendo los tres conceptos básicos de la ecología cuantitativa, por:

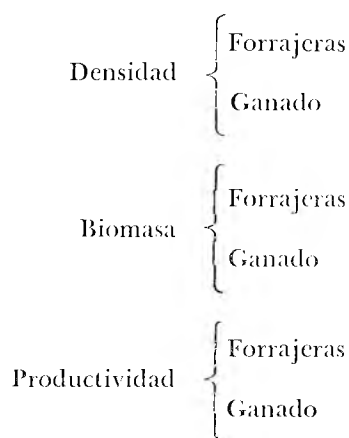
- a. Números o densidad
- b. Pesos o biomasa
- c. Energía o productividad

Ya se ha visto que la densidad es el número de individuos por unidad de superficie. La biomasa puede definirse como el peso de sustancia viviente por unidad de superficie. La productividad o ritmo de producción, en que se introduce el concepto de tiempo, es la cantidad de substancia (o de energía o de protoplasma) producida por unidad de superficie en una unidad de tiempo; por ejemplo, $g/m^2/día$.

Al aplicar estos conceptos a ecosistemas agropecuarios, es necesario tener presente que su estructura trófica es muy simple, ya que la principal cadena de alimentación está compuesta por dos eslabones o niveles tróficos: el de las plantas verdes o productores y el de los animales domésticos o transformadores.

De acuerdo a los principios que rigen las cadenas ecológicas, es posible evaluar el rendimiento global de un ecosistema, analizando cualquiera de los niveles tróficos; en esta circunstancia, las forrajeras o el ganado. En el primer caso, se evidenciará la productividad primaria; en el segundo, la productividad secundaria (Odum, 1959).

Por los antecedentes anteriormente expuestos, los rendimientos de una comunidad agropecuaria, integrada por forrajeras y ganado, podrán valorarse por el análisis de cualquiera de los puntos enunciados en el siguiente esquema:



De estos puntos, los de mayor validez biológica se refieren a la productividad, pero la densidad animal es un método muy empleado por la facilidad de expresarlo.

Se analizará brevemente la aplicabilidad en ciencias pecuarias de los elementos expuestos en el esquema anterior; hasta el momento, algunos han sido utilizados con cierta frecuencia sólo en investigaciones para valorar las pasturas (Mott, 1957).

a. *Densidad*. La determinación de la densidad de las plantas forrajeras es un método de fácil aplicación mediante simple técnica de muestreo al azar, pero tiene sólo relativa validez, ya que no considera la calidad y el desarrollo de las plantas. Sin embargo, se emplea a veces en investigaciones fitosociológicas.

También el número absoluto de animales por unidad de superficie es de escasa utilidad, al no tener en cuenta el tamaño individual. Para obviar este inconveniente y poder conseguir datos comparables de densidad

se ha recurrido a los sistemas, muy empleados en ganadería, de las *Unidades Animales* (Carslaw, 1957; CORFO, 1951, 1961).

Todos estos métodos (Unidades Animales, Unidades Animales Homogéneas, etc.) tienen el objeto de reducir a un denominador común los datos numéricos de las diferentes especies, e incluso de las distintas edades; esto se consigue multiplicando el número de animales de cada especie o edad por un coeficiente específico. La suma de los resultados parciales así obtenidos para cada especie proporciona las Unidades Animales Totales, las que se relacionan con la superficie en hectáreas para el cálculo de la densidad o carga ganadera.

Entre estos métodos, ha sido intensamente utilizado en Chile para la planificación ganadera el de las Unidades Animales Homogéneas (CORFO, 1954).

b. *Biomasa*. La determinación de la biomasa de las forrajeras (cosecha o "standing biomass" o "standing crop") es un cálculo muy empleado en los estudios agronómicos y los resultados comúnmente se expresan en términos de materia seca por unidad de superficie (kg/há.). Otras veces se establece el peso de un principio nutritivo del herbaje por unidad de superficie (Mott, 1957).

La biomasa del ganado, es decir, el peso vivo de animales domésticos que una unidad de superficie de pastura puede mantener, debería considerarse mucho más frecuentemente en zootecnia, pues este cálculo tiene mayor validez que el simple estudio de la densidad. Al expresar las densidades en "unidades animales", no se hace sino acercarse a valores que algo arbitrariamente corresponden a los de biomasa. En efecto, la utilización de equivalencias o coeficientes permite evaluar a partir del número de animales, el peso aproximado que ellos representan por unidad de superficie.

c. *Productividad*. La productividad del primer nivel trófico, el de las forrajeras, puede medirse en *sustancia / unidad de superficie / día* o bien, por la expresión de la energía que esta sustancia representa, en *calorías / unidad de superficie / día*. En Ecología vegetal, es muy utilizada también la determinación de la clorofila por unidad de superficie (Odum, 1959), basándose sobre el hecho de que ésta constituye el elemento

fundamental para la síntesis de nueva sustancia orgánica.

Sin embargo, las técnicas que en la actualidad se recomiendan preferentemente para el estudio del rendimiento de las praderas son las que consideran la productividad del ganado. Sólo en esta forma, los resultados podrán ponderar muchas variables inherentes al animal, como son la digestibilidad, la palatabilidad, el grado de consumo, la resistencia al pastoreo directo, etc. Para estos ensayos de pastoreo, las unidades de medida más utilizadas son las siguientes:

1. Ganancia de peso (o producción de leche) / por animal / por día.
2. Número de días-animal / por unidad de superficie, es decir, número de animales que una unidad de superficie de pastura mantuvo por día.
3. Producto / por unidad de superficie, que se calcula multiplicando el aumento diario individual por los días-animal.
4. Rendimiento del total de principios nutritivos digestibles totales (P.N.D.T.) (Mott, 1957).

A pesar de que en este trabajo sólo se han calculado densidades sobre la base de las Unidades Animales Homogéneas, se ha estimado oportuno entregar esta breve revisión crítica de los otros métodos de medida, ya que son necesarios para comprender a fondo el concepto de la "densidad óptima", es decir, el principio de ajustar el número de animales por unidad de superficie en el óptimo de intensidad de pastoreo, de manera que las condiciones sean las más convenientes tanto para el animal como para la pastura.

Cabe destacar finalmente que todos los métodos considerados son cuantitativos, dado que se refieren a unidad de superficie y no a rendimientos individuales (métodos cualitativos).

MATERIAL Y METODOS

Los datos sobre el número de animales de las distintas especies y la existencia de pastos y forrajeras por provincia, presentados en el cuadro N^o 1, corresponden al III Censo Nacional Agrícola-Ganadero (Ministerio de Economía, 1955).

En el cuadro N^o 2 aparecen los datos sobre superficie territorial de cada provincia y densidad poblacional humana.

C u a d r o N° 1

Distribución de Ganado, Pastos y Forrajerías por Provincia

| PROVINCIAS | CANTIDAD DE GANADO POR ESPECIE | | | | | PASTOS Y FORRAJERAS | |
|--------------|--------------------------------|------------------|----------------|----------------|---------------|---------------------|---------------------|
| | Bovinos | Ovinos | Porcinos | Caprinos | Auquénidos | Equinos | Hás. |
| Tarapacá | 3.198 | 57.117 | 2.055 | 7.461 | 86.246 | 7.936 | 207.444,0 |
| Antofagasta | 1.482 | 27.125 | 2.611 | 5.133 | 2.882 | 3.803 | 2.316,8 |
| Atacama | 18.118 | 15.557 | 2.317 | 20.221 | 436 | 8.073 | 21.349,5 |
| Coquimbo | 90.529 | 228.568 | 19.016 | 451.005 | 4 | 49.082 | 1.036.674,3 |
| Aconcagua | 50.258 | 55.609 | 8.166 | 23.583 | 46 | 14.501 | 200.047,9 |
| Valparaíso | 57.792 | 57.221 | 8.927 | 11.101 | 37 | 16.232 | 128.575,6 |
| Santiago | 170.517 | 311.646 | 36.057 | 24.913 | 63 | 44.126 | 697.175,3 |
| O'Higgins | 80.706 | 25.971 | 25.828 | 10.895 | 190 | 23.135 | 95.976,8 |
| Colchagua | 73.881 | 235.517 | 20.444 | 17.988 | 271 | 24.651 | 315.940,8 |
| Curicó | 45.264 | 86.681 | 18.330 | 14.017 | 37 | 14.523 | 142.647,7 |
| Talca | 75.805 | 138.120 | 16.007 | 9.933 | 42 | 24.768 | 336.197,1 |
| Maule | 35.805 | 71.417 | 13.332 | 5.300 | 120 | 10.567 | 183.852,5 |
| Linares | 80.588 | 80.560 | 30.432 | 14.815 | 442 | 26.174 | 256.187,6 |
| Ñuble | 136.017 | 228.266 | 66.315 | 46.715 | 326 | 37.143 | 522.825,5 |
| Concepción | 52.974 | 20.512 | 20.153 | 3.036 | 25 | 12.267 | 167.395,8 |
| Arauco | 66.112 | 27.748 | 15.622 | 4.388 | 23 | 6.552 | 184.487,8 |
| Bío-Bío | 104.192 | 71.222 | 28.313 | 21.448 | 73 | 22.547 | 382.345,4 |
| Malleco | 132.678 | 101.327 | 43.657 | 32.649 | 69 | 18.656 | 536.097,5 |
| Cautín | 340.921 | 338.947 | 138.164 | 61.624 | 597 | 55.667 | 634.040,3 |
| Valdivia | 291.720 | 171.781 | 53.274 | 86.395 | 314 | 25.319 | 538.190,9 |
| Osorno | 207.716 | 109.741 | 45.384 | 44.792 | 190 | 14.084 | 297.186,1 |
| Llanquihue | 180.611 | 125.070 | 50.598 | 26.068 | 675 | 15.667 | 278.542,2 |
| Chiloé | 83.657 | 147.023 | 31.497 | 3.075 | 44 | 14.080 | 175.742,7 |
| Aysén | 94.238 | 576.957 | 5.084 | 8.582 | — | 24.305 | 680.722,0 |
| Magallanes | 36.734 | 2.476.790 | 2.579 | 147 | — | 19.170 | 2.796.604,4 |
| TOTAL | 2.511.576 | 5.786.526 | 704.552 | 955.614 | 93.155 | 533.061 | 10.818.566,5 |

C u a d r o N° 2

Superficie territorial, meses desfavorables y densidad poblacional humana por Provincias

| PROVINCIA | SUPERFICIE TERRITORIAL Km ² . | MESES DESFAVORABLES | DENSIDAD POBLACIONAL HUMANA POR Km ² . |
|-------------|---|------------------------|--|
| Tarapacá | 55.287 | 12,00 | 2,231 |
| Antofagasta | 123.063 | 12,00 | 1,802 |
| Atacama | 79.883 | 12,00 | 1,203 |
| Coquimbo | 39.889 | 9,61 | 7,888 |
| Aconcagua | 10.204 | 8,00 | 15,098 |
| Valparaíso | 4.818 | 7,71 | 121,116 |
| Santiago | 17.442 | 8,25 | 123,984 |
| O'Higgins | 7.112 | 7,75 | 37,900 |
| Colchagua | 8.430 | 7,50 | 18,890 |
| Curicó | 5.737 | 7,00 | 18,709 |
| Talca | 9.640 | 7,00 | 21,625 |
| Maule | 5.626 | 6,25 | 15,398 |
| Linares | 9.820 | 6,00 | 17,875 |
| Ñuble | 14.211 | 5,00 | 21,226 |
| Concepción | 5.701 | 4,83 | 86,613 |
| Arauco | 5.756 | 2,83 | 15,072 |
| Bío-Bío | 11.248 | 3,50 | 14,756 |
| Malleco | 14.277 | 4,66 | 13,401 |
| Cautín | 17.370 | 2,66 | 25,224 |
| Valdivia | 20.934 | 2,33 | 13,652 |
| Osorno | 9.083 | 3,50 | 14,747 |
| Llanquihue | 18.407 | 3,00 | 9,127 |
| Chiloé | 23.446 | 3,37 | 5,155 |
| Aysén | 88.984 | 6,64 | 0,354 |
| Magallanes | 135.418 | 8,62 | 0,489 |

Para la transformación en Unidades Animales Homogéneas se utilizaron los siguientes coeficientes, adoptados en el Plan de Desarrollo Ganadero (CORFO, 1954, 1961):

Vacunos x 0,78
Ovinos x 0,20

Caprinos x 0,20
Equinos x 1,00
Porcinos x 0,16
Auquénidos x 0,67

Las densidades absolutas y ecológicas por provincia se calcularon según las siguientes fórmulas:

Densidad absoluta = $\frac{\text{Unidades Animales Homogéneas Totales}}{\text{Superficie total de la provincia en hectáreas.}}$

Densidad ecológica = $\frac{\text{Unidades Animales Homogéneas Totales}}{\text{Superficie de pastos y forrajeras de la provincia en hectáreas.}}$

Los datos ecológicos para el estudio de las relaciones con la densidad ganadera, se obtuvieron de las siguientes fuentes:

Datos climáticos (Fuenzalida, 1950)

Datos edafológicos (Díaz, 1958)

Datos fitogeográficos según Reiche y Steffen (Almeyda y Sáez, 1958)

El número de meses desfavorables por provincia se computó según el método de di Castri, Hájek y Astudillo (1962), sobre la base del índice de de Martonne y de la potencialidad vegetativa; para este efecto, se consideró que cada dos meses semifavorables equivalían a un mes desfavorable. Para cada provincia, se sumó el número de meses desfavorables de cada Estación Meteorológica y se obtuvieron las medias que aparecen en la segunda columna del Cuadro N° 2.

Se calcularon las siguientes correlaciones entre:

a. Densidad ganadera absoluta y ecológica.

b. Número de meses desfavorables por provincia y densidad ganadera absoluta.

c. Número de meses desfavorables por provincia y densidad ganadera ecológica.

d. Número de meses desfavorables por regiones agropecuarias del Programa Nacional de Desarrollo Ganadero 1961-1970 (CORFO, 1961) y densidad ecológica.

e. Densidad ganadera absoluta y densidad poblacional humana.

Se calcularon además las siguientes regresiones:

a. Número de meses desfavorables por provincia en densidad ganadera absoluta de las 25 provincias chilenas.

b. Número de meses desfavorables por provincia en densidad ganadera absoluta de las 25 provincias chilenas y de la Isla de Pascua.

C u a d r o N° 3

Distribución de las Unidades Animales Homogéneas por especie y por Provincia

| Provincias | Bovinos | Ovinos | Porcinos | Caprinos | Auquénidos | Equinos | Unid. Anim. Homogéneas Totales |
|--------------|---------------------|---------------------|-------------------|-------------------|------------------|-------------------|--------------------------------|
| Tarapacá | 2.191,41 | 11.423,40 | 328,80 | 1.492,20 | 57.784,82 | 7.936,00 | 81.459,66 |
| Antofagasta | 1.155,96 | 5.425,00 | 422,56 | 1.086,60 | 1.930,91 | 3.803,00 | 13.824,06 |
| Atacama | 14.132,01 | 3.111,40 | 375,52 | 4.044,20 | 292,12 | 8.073,00 | 30.028,28 |
| Coquimbo | 70.612,62 | 45.713,60 | 3.017,36 | 90.201,00 | 2,68 | 49.082,00 | 258.659,26 |
| Aconcagua | 39.201,21 | 11.121,80 | 1.354,56 | 4.716,60 | 30,82 | 14.501,00 | 70.926,02 |
| Valparaíso | 45.077,76 | 11.444,80 | 1.428,32 | 2.220,20 | 24,79 | 16.232,00 | 76.427,87 |
| Santiago | 133.026,66 | 62.329,20 | 5.769,12 | 4.988,60 | 42,21 | 44.126,00 | 250.281,79 |
| O'Higgins | 62.950,68 | 5.194,20 | 4.132,48 | 2.179,00 | 127,30 | 23.135,00 | 97.718,66 |
| Colchagua | 57.627,18 | 47.103,40 | 3.271,04 | 3.597,60 | 183,58 | 24.654,00 | 136.436,80 |
| Curicó | 35.305,92 | 17.336,20 | 2.932,80 | 2.803,40 | 24,79 | 14.523,00 | 72.926,11 |
| Talca | 59.127,90 | 27.624,00 | 2.561,12 | 1.986,60 | 28,14 | 24.768,00 | 116.095,76 |
| Maule | 27.927,90 | 14.289,40 | 2.133,12 | 1.060,00 | 80,40 | 10.567,00 | 56.057,82 |
| Linares | 62.858,64 | 16.112,00 | 4.869,12 | 2.963,00 | 296,14 | 26.174,00 | 113.272,90 |
| Ñuble | 106.093,26 | 45.653,20 | 10.610,40 | 9.343,00 | 218,42 | 37.143,00 | 209.061,28 |
| Concepción | 41.319,72 | 4.102,40 | 3.224,48 | 607,20 | 16,75 | 12.267,00 | 61.537,55 |
| Arauco | 51.567,36 | 5.549,60 | 2.499,52 | 877,60 | 15,11 | 6.552,00 | 67.061,49 |
| Bío-Bío | 81.269,76 | 14.244,40 | 4.530,08 | 4.289,60 | 48,91 | 22.547,00 | 126.929,75 |
| Malleco | 103.488,81 | 20.265,40 | 6.985,12 | 6.529,80 | 46,23 | 18.656,00 | 155.971,39 |
| Cautín | 265.920,72 | 67.789,40 | 22.106,24 | 12.324,80 | 399,99 | 55.667,00 | 424.208,15 |
| Valdivia | 227.541,60 | 34.356,20 | 8.523,84 | 17.279,00 | 210,38 | 25.349,00 | 313.260,02 |
| Osorno | 162.018,48 | 21.948,20 | 7.261,44 | 8.958,40 | 127,30 | 14.084,00 | 214.397,82 |
| Llanquihue | 140.899,98 | 25.014,00 | 8.095,68 | 5.213,60 | 452,25 | 15.667,00 | 195.342,51 |
| Chiloé | 65.252,46 | 29.404,60 | 5.039,52 | 615,00 | 29,48 | 14.080,00 | 114.421,06 |
| Aysén | 73.505,64 | 115.391,40 | 813,44 | 1.716,40 | --- | 24.305,00 | 215.731,88 |
| Magallanes | 28.652,52 | 495.358,00 | 412,64 | 29,40 | --- | 19.170,00 | 543.622,56 |
| Total | 1.959.029,28 | 1.157.305,20 | 112.728,32 | 191.122,80 | 62.413,85 | 533.061,00 | 4.015.860,45 |

RESULTADOS Y DISCUSION

El Cuadro Nº 3 consigna la distribución por provincia de las Unidades Animales Homogéneas correspondientes a cada especie, además de las Unidades Animales Homogéneas Totales (U. A. H. T.). Dado que el método empleado otorga a cada especie un coeficiente de importancia, sirviendo en cierto modo para homogeneizar las distintas cantidades, este cuadro permite deducir para cada provincia la explotación pecuaria de mayor trascendencia.

Los bovinos mantienen el primer puesto en la mayoría de las provincias, con relación al número de Unidades Animales Homogéneas; hacen excepción las de Antofagasta, Aysén y Magallanes, en que los ovinos ocupan el primer lugar; la de Tarapacá, que ve la dominancia de los auquénidos; y la de Coquimbo, en que los caprinos constituyen netamente la especie más importante.

Los bovinos tienen su vértice de mayor cantidad de U. A. H. en las provincias de Cautín y Valdivia; los ovinos en Magallanes y Aysén; los porcinos en Cautín y Ñuble; los caprinos en Coquimbo y Valdivia; los auquénidos en Tarapacá y Antofagasta; y los equinos en Cautín y Coquimbo, en esta última provincia por la influencia de mulares y asnales. Puede aparecer extraña la fuerte concentración de caprinos en Valdivia; sin descartar la posibilidad de algún pequeño error en la recolección de los datos del III Censo, no debe olvidarse la gran utilización de esta especie en la provincia citada, como contralor biológico de la zarzamora y de otras malezas.

Las cantidades totales homogeneizadas muestran que la especie bovina es sensiblemente la más importante en el país, seguida de ovinos, equinos, caprinos, porcinos y auquénidos.

Si se observa el total de las Unidades Animales Homogéneas por provincia, se comprueba que las provincias chilenas de mayor importancia ganadera son, en orden decreciente, las de Magallanes, Cautín, Valdivia, Coquimbo, Santiago, Aysén, Osorno y

Ñuble; todas ellas superan las 200.000 U. A. H. Las provincias de menor importancia son las de Antofagasta y Atacama, debido al clima desértico.

Los resultados expuestos anteriormente serían naturalmente distintos, si en vez de las Unidades Animales Homogéneas se hubiese considerado la cantidad absoluta de ganado por especie.

El Cuadro Nº 1 muestra las densidades absolutas y ecológicas por hectárea en cada provincia. Es necesario señalar inmediatamente que los resultados sobre densidad ecológica son muy poco atendibles, en especial los que se refieren a las provincias de Antofagasta y Atacama. Esto se debe a que la extensión de pastos y forrajeras, recensada en el III Censo Agropecuario, no es por lo general sino una parte de la superficie efectivamente ocupada por pastoreos permanentes u ocasionales. Todas las cifras anotadas a propósito de la densidad ecológica son por lo tanto superiores a la realidad, en mayor o menor medida.

De todas maneras, las densidades ecológicas más elevadas se presentan en la zona que va desde la provincia de Cautín hasta la de Chiloé. En la zona central, la mayor densidad se observa en O'Higgins.

Las densidades ecológicas menores corresponden a Magallanes por el factor limitante del frío, a Coquimbo por el factor limitante de la aridez y a Malleco, probablemente por el avance de los fenómenos erosivos.

Más fidedignos son seguramente los resultados de la carga ganadera absoluta, ya que en su cálculo ha intervenido una sola posibilidad de error, el número total de animales por provincia, mientras la superficie territorial total no está sujeta evidentemente a dudas.

También por la densidad absoluta se cuentan entre las provincias más favorecidas Cautín y Osorno. Sin embargo, las homologías

entre los dos tipos de densidades parecen bastante escasas, lo que permitiría deducir que el margen de error en la superficie ocupada por forrajeras debe ser bastante elevado; el coeficiente de correlación entre densidad absoluta y ecológica en las 25 provincias fue

incluso negativo, aun cuando no significativo ($r = - 0,334$).

Por estas razones se ha estimado oportuno considerar preferentemente la densidad absoluta en el análisis efectuado para evidenciar las posibles dependencias ecológicas.

C u a d r o N° 4

Distribución de la Densidad Ganadera Absoluta y Ecológica por Provincia

| Provincias | Densidad Ganadera Absoluta por Há. | Densidad Ganadera Ecológica por Há. |
|-------------|------------------------------------|-------------------------------------|
| Tarapacá | 0,014 | 0,392 |
| Antofagasta | 0,001 | 5,996 |
| Atacama | 0,003 | 1,406 |
| Coquimbo | 0,064 | 0,250 |
| Aconcagua | 0,069 | 0,354 |
| Valparaíso | 0,158 | 0,594 |
| Santiago | 0,147 | 0,358 |
| O'Higgins | 0,137 | 1,018 |
| Colchagua | 0,153 | 0,431 |
| Curicó | 0,127 | 0,511 |
| Talca | 0,120 | 0,345 |
| Maule | 0,099 | 0,304 |
| Linares | 0,115 | 0,442 |
| Ñuble | 0,147 | 0,399 |
| Concepción | 0,107 | 0,367 |
| Arauco | 0,116 | 0,363 |
| Bío-Bío | 0,112 | 0,331 |
| Malleco | 0,109 | 0,290 |
| Cautín | 0,244 | 0,669 |
| Valdivia | 0,153 | 0,582 |
| Osorno | 0,214 | 0,721 |
| Llanquihue | 0,106 | 0,701 |
| Chiloé | 0,048 | 0,651 |
| Aysén | 0,024 | 0,316 |
| Magallanes | 0,040 | 0,194 |

Relación de algunos factores ecológicos con la densidad ganadera absoluta.

| PROVINCIAS | CLIMA | SUELO | VEGETACION | DENSIDAD GANADERA ABSOLUTA | | |
|---|--|--|----------------------------|----------------------------|--------|--------|
| | | | | Media | Mínima | Máxima |
| Tarapacá Antofagasta Atacama | Desértico | Rojos de desierto | Desierto | 0.006 | 0.001 | 0.014 |
| Coquimbo Aconcagua | Estepario | Pardos cálcicos y/o no cálcicos | Estepas cálidas | 0.066 | 0.064 | 0.069 |
| Valparaiso Santiago O'Higgins Colchagua Curicó Talca | Templado cálido con estación seca prolongada | Pardos no cálcicos | Matorrales | 0.140 | 0.120 | 0.158 |
| Maule Linares Ñuble Concepción Arauco Bío-Bío Malleco | Templado cálido con estación seca y lluviosa semijante y/o con menos de 4 meses secos | Tránsito de pardos no cálcicos a laterita pardo rojiza | Parques | 0.115 | 0.099 | 0.147 |
| Cautín Valdivia Osorno | Templado cálido con menos de 4 meses secos y/o de costa occidental con influencia mediterránea | Laterita pardo rojiza y/o Trumao | Bosques | 0.201 | 0.153 | 0.244 |
| Llanquihue Chiloé | De costa occidental con influencia mediterránea y/o templado frío lluvioso | Trumao y/o Ñadis | Bosques | 0.077 | 0.048 | 0.106 |
| Aysen Magallanes | Con degeneración esteparia y/o templado frío con gran humedad | Castañaos y/o Pradera | Estepas frías y/o Praderas | 0.032 | 0.024 | 0.040 |

En el cuadro N° 5, se esquematizan las relaciones de algunos factores ecológicos con la carga ganadera. Las siete zonas en que se ha dividido el país corresponden a unidades regionales dentro de las cuales la densidad ganadera absoluta es relativamente homogénea; en efecto, salvo entre la tercera y cuarta zona, la división entre los distintos grupos de provincias es muy manifiesta, ya que incluso la densidad máxima de una zona es inferior a la densidad mínima de la zona adyacente, caracterizada por una densidad media más elevada.

Resulta interesante comprobar las grandes homologías existentes con las seis regiones agropecuarias de la CORFO (1961) y con las divisiones biogeográficas de Reiche y Steffen (Almeyda y Saez, 1958).

En el primer caso, la única diferencia es que la quinta región de la CORFO se subdividió en nuestro trabajo en dos zonas de características muy distintas en cuanto a densidad ganadera, si bien homólogas desde el punto de vista ecológico. En el segundo caso, las diferencias consisten en que se reunieron en un único grupo las zonas definidas por Reiche y Steffen como "de las estepas frías" y "de las praderas"; además, la zona de los bosques se ha debido subdividir en dos.

Respecto a este cuadro, es conveniente hacer algunos alcances: la zona que va desde Valparaíso a Talca presenta múltiples similitudes ecológicas con aquella que se extiende desde Maule a Malleco, no sólo de tipo climático y edáfico, sino también vegetacional, ya que matorrales y parques podrían reunirse en una única clase de formación vegetal, la de la sabana; tampoco son muy claros los límites entre las dos zonas desde el punto de vista de la densidad ganadera, por lo que no sería aventurado considerarlas como un solo complejo ecológico-pecuario.

También la zona de Cautín a Osorno es extremadamente semejante, por los factores ecológicos principales, con la que comprende Llanquihue y Chiloé; sin embargo, la densidad ganadera es extremadamente más baja en la segunda; esto se debe tal vez a que gran parte de estas dos provincias, en especial Chiloé continental, no ha sido todavía explotada desde el punto de vista pecuario en forma correspondiente a sus posibilidades. Parece lógico presumir que la densidad absoluta de Llanquihue y Chiloé podría alcan-

zar, después de un adecuado fomento pecuario, cifras por lo menos cercanas a las de la zona de Cautín a Osorno.

Llama particularmente la atención la notable homogeneidad en cuanto a densidad animal absoluta de las provincias que presentan semejantes condiciones climáticas y aún más, parecidas clases de formación vegetal natural.

Cabe destacar que a la formación climax de sabana corresponde, como en la mayoría de los países, una explotación mixta de bovinos y ovinos; a la formación de estepas frías y cálidas, una utilización prevalente de ovinos; y a la de bosques, la explotación bovina.

Dada la dificultad de expresar en forma numérica la mayoría de los factores ecológicos, ha sido posible correlacionar únicamente las condiciones climáticas con la densidad ganadera. Por lo demás, ya se ha señalado que el clima constituye el componente ecológico de mayor importancia, pues de él dependen fundamentalmente las características edáficas y vegetacionales.

Para esta correlación, se han utilizado los meses desfavorables, calculados mediante una técnica de superposición de diagramas, sobre la base de los meses áridos y de los meses fríos (di Castri et al., 1962).

Además de las 25 provincias chilenas se ha considerado la Isla de Pascua, la única zona del territorio que, desde el punto de vista climático, no presenta meses desfavorables (Cuadro N° 6). Es necesario indicar que en esta Isla la densidad absoluta es extraordinariamente elevada por dos razones principales: en primer lugar, la casi totalidad de la Isla está realmente ocupada por los animales domésticos, por lo que en este caso densidad absoluta y densidad ecológica son sensiblemente iguales; en segundo lugar, existe en esta Isla un claro fenómeno de sobrepoblación ganadera con consecuente sobrepastoreo, que han causado ya evidentes procesos erosivos.

La correlación entre el número de meses desfavorables de cada provincia y la densidad ganadera absoluta es inversa y altamente significativa (1%), tanto considerando sólo las 25 provincias chilenas ($r = -0,61$), como también incluyendo la Isla de Pascua ($r = -0,65$).

Cuadro Nº 6

Isla de Pascua

| | | |
|--|---------------|-----------------|
| <i>Superficie territorial</i> (km ²) : 184 | | |
| <i>Nº de meses desfavorables</i> : 0 | | |
| <i>Especie</i> | <i>Nº (*)</i> | <i>U. A. H.</i> |
| Bovina | 2.367 | 1.846 |
| Ovina | 36.619 | 7.324 |
| Equina | 1.824 | 1.824 |
| Porcina | 635 | 102 |
| (*) Datos al 31-12-1960, proporcionados por el Dr. Luis Pérez. | | |
| <i>Unidades Animales Homóneas Totales:</i> 11.096 | | |
| <i>Densidad Ganadera Absoluta:</i> 0,603 | | |

Para obtener una estimación de la dependencia de la carga ganadera con respecto a los meses desfavorables, se procedió a calcular el valor de las ecuaciones de regresión. Estas indicaron que, a medida que la variable independiente (meses desfavorables) aumenta, la variable dependiente (densidad ganadera) disminuye.

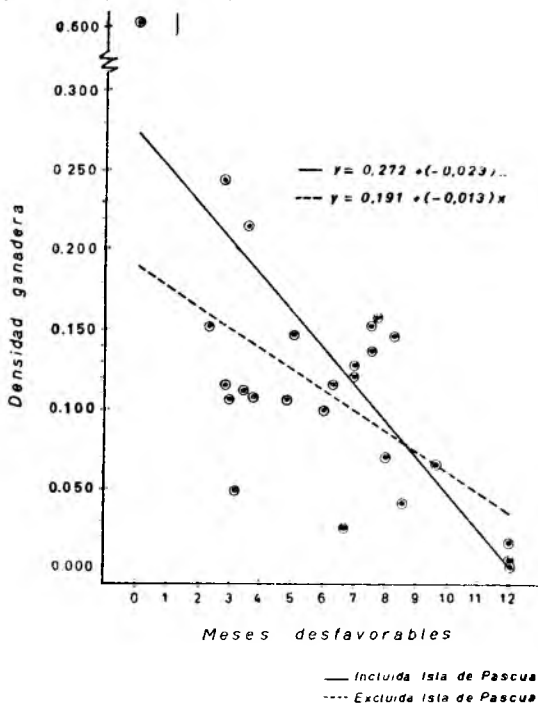


Figura Nº 1.—Regresión de la densidad ganadera absoluta en el número de meses desfavorables por provincia, incluida y excluida Isla de Pascua.

La figura Nº 1 representa las dos rectas de la regresión de la densidad ganadera en los meses desfavorables. La distribución de las observaciones es bastante homogénea, con las únicas excepciones de la Isla de Pascua y de la provincia de Chiloé, por las razones anteriormente expuestas: en el primer caso, sobrepoblación; en el segundo, subpoblación. La gran mayoría de las observaciones está comprendida entre 3 y 8 meses desfavorables, que son los límites climáticos de gran parte del territorio chileno, y entre densidades absolutas que varían de 0.100 a 0.160. Son éstas las condiciones climáticas y pecuarias que caracterizan con bastante uniformidad la zona central de Chile, desde la provincia de Valparaíso a la de Malleco; esta área corresponde a la clase de formación climax de la sabana.

Las rectas de regresión demuestran claramente que el clima ejerce una importante acción delimitadora también sobre la densidad y la naturaleza de las poblaciones de animales domésticos.

Se ha calculado también la correlación entre el número de meses desfavorables por provincia y la densidad ganadera ecológica. El resultado no fue significativo ($r = -0,082$), lo que se debe a que la superficie de forrajeras y pastos, vale decir, el ambiente realmente ocupado por los animales domésticos, no ha sido encuestada en su totalidad en el III Censo Agropecuario, resultando densidades totalmente arbitrarias en numerosas provincias.

Se ha querido, además, evidenciar la posible dependencia climática de las densidades ecológicas que aparecen en el Programa de Desarrollo Ganadero de la CORFO (Cuadro Nº 7); la existencia de pasturas, consignada en este Programa, ha sido deducida ajustando los datos del Censo con una serie de estimaciones, en especial basándose en el monto de las semillas forrajeras, vendidas anualmente en el país.

El número de meses desfavorables correspondientes a cada región de la CORFO, necesario para esta correlación, ha sido obtenido calculando la media de los meses desfavorables de todas las Estaciones Meteorológicas que existen en cada una de estas zonas.

Esta correlación dio un resultado no significativo ($r = -0,075$) y sensiblemente igual al de la correlación anterior sobre densidades ecológicas.

Cuadro N° 7

Densidad ganadera ecológica y meses desfavorables en las Regiones Agropecuarias del Programa Nacional de Desarrollo Ganadero 1961-1970.

| <i>Regiones</i> | <i>Densidad ganadera ecológica (*)</i> | <i>Meses desfavorables (**)</i> |
|--|--|---------------------------------|
| I <i>Región:</i> Tarapacá a Atacama | 0.17 | 11.95 |
| II <i>Región:</i> Coquimbo y Aconcagua | 0.25 | 8.93 |
| III <i>Región:</i> Valparaíso a Talca | 0.46 | 7.85 |
| IV <i>Región:</i> Maule a Malleco | 0.30 | 4.58 |
| V <i>Región:</i> Cautín a Chiloé | 0.35 | 3.00 |
| VI <i>Región:</i> Aysén y Magallanes | 0.21 | 7.72 |

(*) Según CORFO (1961).

(**) Según di Castri, Hajek & Astudillo (1962).

Se realizó finalmente otra correlación entre la densidad ganadera absoluta por hectárea y la densidad poblacional humana. En esta ocasión, el estadígrafo ($r = -0,0056$) indicó que no existe ninguna correlación entre las dos variables analizadas. Esto puede deberse, entre otras razones, al hecho de haber considerado en nuestro cálculo a la población urbana y rural, correspondiendo los índices

más elevados de densidad humana a las provincias de Valparaíso, Santiago y Concepción, en las que la carga animal absoluta no tiene valores particularmente satisfactorios. Incidentalmente, esto demuestra una vez más la falta de correspondencia en Chile entre los centros de producción pecuaria y los centros de consumo.

RESUMEN

Los autores discuten la posición del método de la densidad o carga ganadera dentro de las otras técnicas utilizadas para determinar el rendimiento de los ecosistemas agropecuarios.

Sobre la base de los datos del III Censo Nacional Agrícola-Ganadero y mediante el cálculo de las Unidades Animales Homogéneas (U.A.H.), se analiza la distribución y la importancia relativa por provincia de las distintas especies animales.

Para cada provincia se determinan las densidades ganaderas absolutas y ecológicas. En consideración de que la extensión de pastos y forrajes encuestada en el III Censo Agropecuario es muy incompleta, deben estimarse poco atendibles los resultados sobre densidad ecológica. No existe además correlación entre densidad absoluta y ecológica en las 25 provincias de Chile.

Se evidencian y esquematizan las dependencias entre factores ecológicos de tipo climático, edáfico y vegetacional, y la carga ganadera. Se subdivide el país en siete zonas ecológicas que corresponden a unidades regionales dentro de las cuales la densidad ganadera absoluta es relativamente homogénea.

Es particularmente notable la homogeneidad, en cuanto a densidad absoluta, de las

provincias que presentan parecidas clases de formación vegetal natural. La densidad absoluta máxima corresponde a la zona biogeográfica de los bosques, seguida de las de sabanas, estepas cálidas, estepas frías y desiertos.

Existe correlación inversa, significativa al 1°/100, entre el número de meses desfavorables por provincia y la densidad ganadera absoluta. La línea de regresión indica que, a medida que la variable independiente (meses desfavorables) aumenta, la variable dependiente (densidad animal) disminuye.

La densidad absoluta más elevada se presenta en la Isla de Pascua con 0.603 U.A.H. por hectárea y 0 meses desfavorables. En Chile continental, la densidad más favorable se observa en Cautín, con 0.244 U.A.H. por hectárea y 2.66 meses desfavorables; la mínima en la provincia de Antofagasta, con 0.001 U.A.H. por hectárea y 12 meses desfavorables. La gran mayoría de las observaciones está comprendida entre 3 y 8 meses desfavorables, con densidades absolutas que varían de 0.100 a 0.160.

No hay correlación entre el número de meses desfavorables por provincia o por región agropecuaria de la CORFO y la densidad ganadera ecológica.

No existe tampoco ninguna correlación entre la densidad ganadera absoluta por hectárea y la densidad población humana.

Summary

The authors discuss the relative importance of the method of livestock density in relation with the other techniques for determining the productivity of agricultural ecosystems.

Based on data from the III Agricultural Census (1955) and by means of the calculus of the Homogeneous Animal Units, the distribution per province of the different animal species is analyzed.

For each province the absolute and ecological livestock densities have been determined. Considering that the information on the extent of pastures obtained in the III Census is very incomplete, little credit can be given to the results on ecological density. Furthermore, no correlation exists between absolute

and ecological density in the 25 Chilean provinces.

The relationship between ecological factors, such as climate, soil and vegetation, and the livestock density is brought into evidence and outlined. The country is subdivided in seven ecological zones which correspond to regional units with a relatively homogeneous livestock density within them.

Regarding the absolute density, the homogeneity of the provinces with the same natural vegetation formation is particularly noticeable. The maximal absolute density corresponds to the biogeographical area of forests, followed by those of savannas, cold steppes, cold steppes and deserts.

A highly significant negative correlation

exists between the number of unfavorable months per province and the absolute livestock density. The regression line shows that, when the number of unfavorable months increases, animal density decreases.

The highest absolute density is observed in Isla de Pascua (Easter Island) with 0.603 Homogeneous Animal Units per hectare and zero unfavorable months. In the continental Chile, the most favorable density is observed in the province of Cautín, with 0.214 Homogeneous Animal Units and 2.66 unfavorable months; the lowest one in the province of Antofagasta with 0.001 Homogeneous Animal Units and 12 unfavorable months. Most of the

observations are placed between 3 and 8 unfavorable months, with absolute densities going from 0.100 to 0.160.

No correlation exists between the unfavorable months per province and the ecological livestock density. Considering the agricultural regions in which CORFO (Corporación de Fomento, Chile) has divided the country, no correlation was observed between the unfavorable months of these regions and the ecological livestock density.

Also, no correlation exists between the absolute livestock density per hectare and the human population density.

BIBLIOGRAFIA

- ALMEYDA E. & F. SAEZ. 1958. Recopilación de datos climáticos de Chile y mapas sinópticos respectivos. D.T.I.C.A. Ministerio de Agricultura. Santiago.
- CARSLAW R.M.G. 1957. Principios de Administración Rural (trad. E. Delgado). Dirección General de Producción Agraria y Pesquera. Santiago.
- CASTRI F. DI & E.R. HAJEK. 1961. Proyecto de mapa ecológico chileno. Bol. IV. Conv. Méd. vet., Santiago: 12-14.
- CASTRI F. DI, E.R. HAJEK & V. ASTUDILLO. 1962. Importancia pecuaria de los ambientes desfavorables chilenos. Bol. Prod. anim. (Chile) 1: 7-20.
- CORFO. 1954. Desarrollo ganadero de Chile 1954-1961. Capítulo VI. Corporación de Fomento y Ministerio de Agricultura. Santiago. Chile.
- CORFO. 1961. Programa Nacional de Desarrollo Ganadero 1961-1970. Tomo II. Capítulo VIII. Corporación de Fomento y Ministerio de Agricultura. Santiago. Chile.
- DIAZ C. 1958. Desarrollo de los estudios de suelos en Chile durante el decenio 1948-1958. Agr. Téc. Chile 18 (2): 59-77.
- FUENZALIDA H. 1950. Clima. En: Geografía Económica de Chile. Tomo I. CORFO. Edit. Universitaria. Santiago: 184-251.
- MINISTERIO DE ECONOMIA. 1955. III Censo Nacional Agrícola-Ganadero. Tomo VI. Dirección de Estadística y Censos. Chile.
- MOTT G. D. 1957. Métodos para determinar la producción de las pasturas (trad. E. Bello). Departamento de Produção Animal. Sao Paulo.
- ODUM E. 1959. Fundamentals of ecology. Saunders Co. Philadelphia.