

EVALUACIÓN DE ALGUNOS PARÁMETROS PRODUCTIVOS EN CONDICIONES AMBIENTALES CONTROLADAS Y SISTEMA CONVENCIONAL EN UNA GRANJA COMERCIAL DE POLLOS DE ENGORDE

Evaluation of Some Productive Parameters in Controlled Environmental Conditions and Conventional System in a Commercial Farm of Broilers

Rolvid Ramírez¹, Yngrid Oliveros², Rosanna Figueroa³ y Valentina Trujillo⁴

^{1,3} *Universidad Central de Venezuela, Facultad de Agronomía.* ^{2,4} *Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA). Unidad de Agrometeorología. Maracay. Venezuela. 4653 apartado postal.*
E-mail: ioliveros@inia.gov.ve; oliveros_ingrid@hotmail.com

RESUMEN

En Venezuela, la mayoría de las granjas de producción intensiva de pollos de engorde presentan bajos rendimientos, debido posiblemente a la interacción de algunos elementos del clima tales como temperatura, humedad relativa y ventilación. Más aun cuando dichos elementos no están en el rango adecuado, lo que provocan falta de confort térmico en el animal alojado, y afecta considerablemente su comportamiento productivo. Este estudio evalúa las variables climáticas y parámetros productivos en pollos de engorde alojados en galpones de ambiente controlado y convencionales ubicados en Sta Cruz, estado Aragua, Venezuela, durante un ciclo de producción para la época seca. En cada condición ambiental se registraron los elementos de temperatura y humedad y se calculó el Índice de Temperatura y Humedad (THI) para cada condición. Paralelamente se cuantificaron los parámetros productivos durante la cría y se realizó un análisis económico de cada condición ambiental. Los resultados indican que en el ambiente controlado se obtuvieron condiciones confortables para los animales con valores de THI de 76 unidades. Los parámetros productivos, porcentaje de mortalidad, conversión y peso final, mostraron diferencias significativas ($P < 0,05$) cuando se comparan las condiciones controladas con las convencionales, observándose valores de 1,85%; 1,56 y 1990gr. para las condiciones controladas contra 2,85%, 2,0 y 1776gr. El análisis económico estableció una tasa de retorno marginal al productor de 105% al pasar del sistema convencional al controlado, lo que indica que por cada bolívar invertido

se recupera 1,05 bolívares. Se concluye que el sistema controlado proporciona un ambiente confortable que se nota en mejores parámetros productivos de los pollos y mayores ingresos para los productores.

Palabras clave: Índice de temperatura y humedad (THI), confort térmico, pollos, ambiente controlado, evaluación económica.

ABSTRACT

In Venezuela, most of the farms that produce broilers under intensive systems shows low yields. This could be due to the interaction of climatic elements such as temperature relative humidity and ventilation. Also, if those elements are not found in the proper ranges they causes lack of thermal comfort for animals and affect productive behavior. The present study was made to evaluate and compare climatic variables and productive parameters of broilers growing in a controlled house construction atmospheres and in conventional conditions in a cycle during the dry season at Sta Cruz, Aragua state, Venezuela. In both environments temperature and humidity values were obtained to calculate temperature and humidity indexes (THI), as well as productive parameters for broilers during the breeding season. Economic evaluation was carried out for each condition. Results suggest that under controlled conditions broilers were more comfortable with THI values of 76 units. Productive parameters such as mortality conversion and final weight showed significant differences ($P < 0.05$) between controlled conditions and conventional conditions. The means were 1.85%, 1.56 y 1990 gr. for controlled conditions versus 2.85%,

2.0 y 1776 gr. for conventional conditions. Economic analysis established a rate of marginal return of 105% when the system changed from conventional to controlled conditions. This value indicate that a farmer recovers 1.05 Bolivars for each Bolivar invested in this system. It was concluded that with controlled conditions farmers achieve broilers grown under better condition which means higher yield, and better profits.

Key words: Index of temperature and humidity (THI), thermal comfort, chickens, controlled environment, economic evaluation.

INTRODUCCIÓN

Conseguir la seguridad alimentaria en cualquier momento exige de innovaciones en la producción agrícola, conocimiento de nutrición, comprensión de las causas de la pobreza y el compromiso de recursos necesarios para apoyar esas actividades [4]. Desde hace varios años Venezuela ha tenido un importante desarrollo de la industria avícola como ente generador de empleo y fuente de alimentación que proporciona proteína animal económica a la dieta de toda la población venezolana, pero el comportamiento de la producción avícola se ha visto afectada por una serie de fenómenos ambientales tales como temperatura, humedad relativa y ventilación que debido a la condición de país tropical ocasiona grandes pérdidas económicas aunados a los elevados costos de instalaciones modernas para eliminar o regular tales efectos. Algunos estudios sobre confort térmico han permitido desarrollar tecnologías que contribuyen en mayor parte en mejorar las condiciones ambientales dentro de las instalaciones como es el caso del sistema con ambiente controlado el cual ofrece numerosas ventajas, sin embargo la mayoría de los productores no tienen acceso a este tipo de instalaciones por los elevados costos que significan. En este sentido el objetivo del presente trabajo fue evaluar y caracterizar las condiciones micro ambientales y productivas en un sistema de producción en ambiente controlado y en ambiente convencional en una granja de producción de pollos de engorde.

MATERIALES Y MÉTODOS

La evaluación se realizó durante la época seca en una granja de producción intensiva de pollos de engorde ubicada en Santa Cruz del estado Aragua, Venezuela, localizada a 445msnm con temperatura promedio anual para la zona de 25°C, humedad relativa de 79% y precipitación de 1000mm. Se utilizaron para esta experiencia dos galpones de ambiente controlado y dos de sistema convencional los cuales alojaron 14500 y 10000 aves respectivamente con una densidad de 16 y 8 aves /m², esta densidad se mantuvo por ser la utilizada por el productor en ambos sistemas. La evaluación se realizó durante 42 días periodo de crianza de las aves y bajo condiciones de

manejo propias de la granja. La temperatura y humedad relativa se registró diariamente dentro de ambas instalaciones a la altura de los animales (20cm) con el uso de termohigrografos convencionales marca SIAP. La estimación del índice de temperatura y humedad para cada instalación se realizó a través de la fórmula de Thom [15] la cual relaciona temperatura y humedad relativa del aire. De los parámetros productivos la mortalidad fue registrada diariamente, el peso vivo, consumo y conversión semanalmente. Para el análisis económico se utilizó la metodología de evaluación económica desarrollada por el Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT) [3] determinándose el presupuesto parcial para cada condición, la curva de beneficio neto y el análisis marginal a partir de la información económica de insumos requeridos durante el ciclo de cría. El análisis estadístico realizado se basó en estadísticas descriptivas y comparación de media entre los tratamientos a través de la prueba "t" de Student.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Durante la evaluación realizada las condiciones ambientales de la granja registraron valores de 28°C de temperatura promedio y una humedad relativa de 78% durante el ciclo de cría siendo indicadores de posibles condiciones ambientales estresantes para los pollos ya que el valor corresponde al límite máximo de la zona de confort [1], sin embargo algunos trabajos señalan que el inicio del estrés se ubica en 32°C [13].

Caracterización climática en galpones

Las variables climáticas temperatura y humedad relativa presentaron diferencias estadísticamente ($P < 0,05$) significativas entre galpones (TABLA I) registrándose temperatura promedio en galpones controlados de 26°C con máximas de 27°C y mínimas de 23°C, amplitud térmica fue de 4°C mientras los convencionales arrojaron temperaturas promedio de 30°C mínimas de 21° máximas de 31°C la y amplitud térmica de 10°C.

La diferencia de temperatura entre controlado y convencional fue de 4°C durante todo el ciclo productivo motivado las condiciones más confortables presentes en el controlado al disponer de una mayor circulación del aire interno por funcionamiento de 6 extractores, y menor efecto de la radiación térmica dentro del galpón por el uso del techo aislante recubierto por poliuretano lo que permitió un control de la temperatura interna. En relación a la humedad relativa se siguió la misma tendencia, al registrar el controlado menor promedio con respecto al convencional, esto debido a la presencia de fugas de agua en el sistema de nebulización y a la ausencia de extractores eficientes para la remoción del vapor del convencional.

Índice de Temperatura y Humedad

Se presentaron diferencias estadísticamente ($P < 0,05$) significativas en los valores del índice THI calculado para cada condición durante el ciclo de cría, estimando el menor valor

TABLA I
VALORES PROMEDIOS DE VARIABLES CLIMÁTICAS EVALUADAS EN GALPONES

Condición	Tmedia (°C)	T min (°C)	T max (°C)	HR media (%)	HR min (%)	HR max (%)	AT * (°C)
Convencional	30	21	31	81	64	93	10
Controlado	26	23	27	71	53	86	4

*Amplitud Térmica (P<0,05).

promedio correspondiente a la condición controlada (76) con respecto a la convencional (83), indicando este resultado condiciones ambientales más confortables para la producción en el sistema controlado al estar más próximo al valor de referencia el cual es 75 [16].

El valor del índice THI estimado en galpones convencionales indicaron que se requiere de la implementación por parte del productor de algunas técnicas de manejo para contrarrestar los efectos de alta temperatura y humedad para no afectar su producción ya que el diseño de las instalaciones pueden estar contribuyendo sobre las condiciones de confort del animal. Al comparar el THI por semanas y condición, FIG. 1. se observa que en los galpones convencionales los valores estuvieron por encima del THI normal en la mayor parte del tiempo que dura el ciclo [11] ubicándose en condición de emergencia de acuerdo a la referencia; para el sistema controlado las dos primeras semanas estuvieron por debajo de la condición requerida posiblemente con fallas de suministro de calor durante la etapa de recepción y para la etapa de finalización los valores fueron ligeramente superiores al normal. En la mayor parte del ciclo los animales de los galpones convencionales presentaron alto riesgo de sufrir efectos térmicos los cuales pueden interferir sobre la respuesta productiva de los animales.

La importancia de la adecuación climática de las instalaciones para la cría de animales reside en la estrecha relación con la productividad, ya que el desempeño orgánico de los animales depende de su relación con el ambiente y variaciones ambientales bruscas provocan falta de confort comprometiendo la salud y productividad del animal [12].

Consumo de alimento

Se presenta diferencias estadísticamente significativas (P<0,05) entre las dos condiciones FIG. 2, con incremento según los requerimientos nutricionales del animal, destacando un mayor consumo semanal en la condición controlada, con diferencias de 1446,83 kg con respecto al sistema convencional. Esta diferencia debido al mayor número de aves que puede alojar el sistema controlado y a que este sistema mejora el grado de bienestar ambiental logrando el confort del animal y permitiendo así un mayor consumo del alimento, contrariamente a lo observado en el convencional donde los animales reducen el consumo en respuesta a disminuir la tasa metabólica y producción de calor endógeno [7]. Estos resultados confirman lo reportado en relación al mayor consumo de alimento

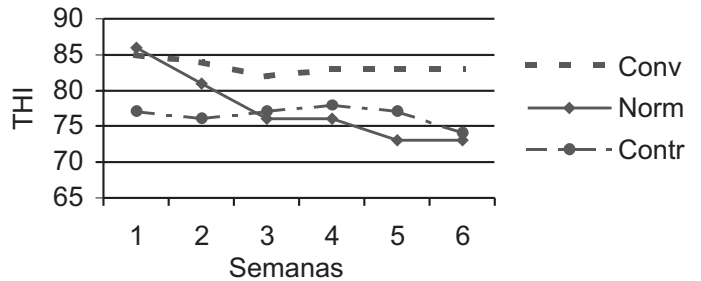


FIGURA 1. ÍNDICE DE TEMPERATURA Y HUMEDAD SEMANAL (THI) EN CADA CONDICIÓN.

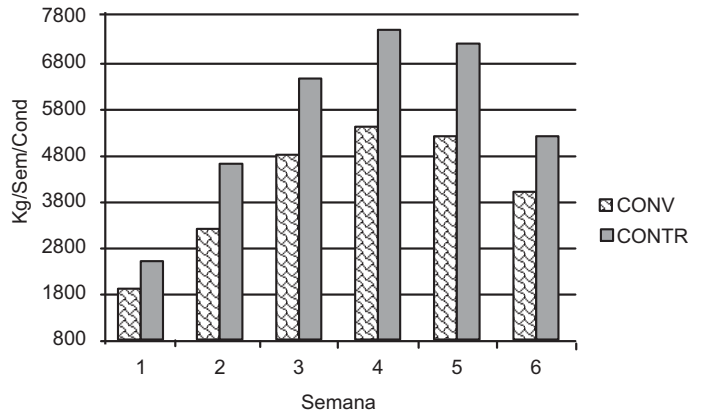


FIGURA 2. CONSUMO PROMEDIO DE ALIMENTO POR SEMANA POR CONDICIÓN.

en ambientes controlados por mejoras ambientales en las instalaciones [5] y el efecto detrimental del incremento de la temperatura ambiente sobre el consumo y la ganancia diaria de peso [14].

Peso Vivo

Se observó marcada diferencia entre los sistemas con tendencia a un mayor peso vivo en el sistema controlado, (TABLA II) producto de un mayor consumo por el mayor confort ambiental suministrado y con efecto sobre el peso final con diferencia promedio de 309 gramos /galpón con respecto al convencional. Las mejoras en un 3,5% en peso de los animales al conseguir niveles adecuados de temperatura y humedad han sido reportadas [10].

Sin embargo algunas investigaciones reportan que temperatura ambiente superior a 32°C deprimen la ganancia de peso en un 10% en la etapa de finalización [9].

Mortalidad

No hubo diferencias significativas entre las condiciones, (TABLA II), sin embargo durante la primera semana fue mayor la mortalidad en la condición controlada asociada posiblemente a fallas de calor durante este periodo y para la etapa de finalización se registraron diferencias con respecto al sistema convencional debido a condiciones menos confortables de acuerdo al índice THI estimado. En general se afirma que aun cuando el sistema convencional registró condiciones de alta temperatura y humedad no hubo una marcada influencia en la mortalidad por calor ya que la temperatura ambiente registrada no superó los 31 grados rango señalado como de riesgo para aumentar la mortalidad a causa del estrés calórico y punto crítico de sobrevivencia.

Conversión Alimenticia

La conversión alimenticia fue en promedio de 1,56 y 2,0 para el sistema controlado y convencional respectivamente (TABLA II), estas diferencias marcadas se presentaron por el mayor consumo de alimento y mayor ganancia en peso de los animales alojados en condiciones controladas estimulados por un nivel mayor de confort ambiental. El efecto del confort sobre la conversión ha sido reportado señalando mejoras en la conversión en sistema de ambiente controlado [4] debido a que la digestibilidad y aprovechamiento de los nutrientes mejoró sustancialmente con temperaturas ambientales bajas [6].

Estos resultados siguen la tendencia que señalan que el índice de conversión aumento de 1,98 a 2,24 al incrementarse gradualmente la temperatura ambiente de 18 a 30°C en la etapa de finalización [8].

Análisis Económico

El análisis económico pretende determinar cual de las alternativas tecnológicas evaluadas a saber: galpones convencionales y galpones de ambiente controlado presentan mejores Beneficios económicos. Considerando que los factores de producción son: capital, tierra, trabajo, tecnología y gerencia [2].

La información para realizar los cálculos necesarios en el análisis fue recogida en la administración de la empresa y ésta por razones confidenciales no debe ser publicada en términos de bolívares (Bs.) en lo referente a los costos de producción para el ciclo estudiado, razón por lo cual se asentarán en fracciones de porcentaje. Esta información fue registrada en una planilla de estructura de costos de producción, que se utilizó como insumo básico para la realización del análisis (TABLA III). Se dividieron los costos por concepto como: costos fijos y costos variables. Para determinar el valor de los costos fijos en las instalaciones, tractor y rotativa se empleó la fórmula

TABLA II
PARÁMETROS PRODUCTIVOS EVALUADOS
EN DIFERENTES CONDICIONES.

VARIABLES	Controlado	Convencional
Peso Vivo (g)	1,906	1,597
Mortalidad (%)	1,85	2,85
Conversión	1,56	2,0

para depreciación de bienes propuesta por el método de Ross combinado, de esta manera se pudo conocer el costo que representan estos tres factores para un ciclo productivo de pollos de engorde.

Formula:

$$d \text{ acum} = \frac{1}{2}[(E/D)+(E^2/D^2)]$$

$$d \text{ anual (Bs/año)} = \frac{d \text{ acum} * VR}{D}$$

donde:

d acum= depreciación acumulada D= vida útil

E = edad VR= valor real

d anual(Bs/año) = depreciación anual

VR= el ajuste del precio del dólar al momento de adquirir el bien al día de realizar el análisis.

$$\frac{d \text{ anual(Bs/año)}}{7 \text{ ciclos}} = \text{costo para un ciclo productivo.}$$

En la TABLA III se visualiza que los galpones con ambiente controlado presentan unos valores en los costos fijos de 2,09% y en los galpones convencionales son de 2,40%, si se observa la tecnología que se está evaluando (ambiente controlado) está asociada a los costos fijos, teniendo estos una baja incidencia sobre la estructura de costo total. Dentro de estos mismos costos fijos los gastos en asistencia médica tienen una más alta representación con 1,07% en los controlados y 1,61% en los convencionales. Para los costos de instalación los galpones controlados tienen unos valores de 0,93% mientras que los convencionales sólo presentan un costo por instalación de 0,64% referente a los costos que ejerce el tractor y la rotativa como mantenimiento de las malezas en los alrededores de los galpones, éstos tienen un porcentaje de 0,05% para los galpones controlados y 0,07% para los convencionales.

Los costos variables son los que mayor valor tienen dentro de todos los costos de producción observándose un comportamiento similar en los cuatro galpones evaluados, teniendo los controlados un porcentaje de 97,32%; 97,91% respectivamente y en los convencionales el valor es de 97,60%; 97,73% cada uno. El costo que mayor peso tiene en la estructura total de los costos son los insumos con 89,76% en los galpones controlados y 90,85%;89,53% en los convencionales.

TABLA III
COMPARACIÓN DE ESTRUCTURA DE COSTOS PARA GALPONES

Concepto	Unidad	Controlado 1	Controlado 2	Convencional 1	Convencional 2
Costos fijos					
Cost.ins./Ciclo		0,93%	0,93%	0,64%	0,61%
Tractor	Pase	0,05%	0,05%	0,07%	0,07%
Rotativa	Pase	0,05%	0,05%	0,07%	0,07%
Veterinario		1,07%	1,07%	1,61%	1,52%
Total costos fijos		2, 09%	2, 09%	2, 40%	2, 27%
Costo variables					
Insumos					
Pollito BB	Bs	22,62%	22,60%	25,25%	23,29%
Alimento	Kg	60,70%	60,77%	58,98%	60,05%
Flete de alimento	Kg	0,48%	0,48%	0,46%	0,48%
Fármacos	Bs	2,68%	2,68%	2,99%	2,76%
Agua+Bomba+Pozo prf		0,73%	0,73%	0,88%	0,83%
Electricidad	Kw	0,04%	0,04%	0,05%	0,05%
Desinfectantes	Bs	1,62%	1,62%	0,94%	0,87%
Cama	Bs	0,85%	0,84%	0,66%	0,62%
Gas				0,63%	0,58%
Total insumos		89,76%	89,76%	90,85%	89,53%
Mano de obra					
Obreros (Fijos)	Bs	1,16%	1,16%	1,75%	1,65%
Encargado	Bs	2,38%	2,37%	3,58%	3,38%
Asistente (Perito)	Bs	0,64%	0,64%	0,97%	0,91%
Total mano de obra		4,18%	4,18%	6, 29%	5, 94%
Comercialización					
Carga de aves (Tranp)	Kg	0,59%	0,60%	0,45%	0,45%
Total comerciali.		0,60%	0,60%	0,45%	0,45%
Otros	Bs	3, 38%	3, 38%	1, 97%	1, 81%
Total cost.Variables		97, 32%	97, 91%	97, 60%	97,73%
Total de costos		100, 00%	100, 00%	100, 00%	100, 00%

Se observa que el valor más alto es para la alimentación 60,70%; 60,77% en los controlados y 58,98%; 60,05% para los convencionales, seguido por los pollitos bb que llegaron a 22,62%; 22,60% en los galpones controlados y 25,25%; 23,29% en los galpones convencionales. El resto de los insumos presentan una menor participación no llegando a pasar del 1% excepto los fármacos que tienen un porcentaje de 2,68% en los galpones controlados y 2,99%; 2,76% en los galpones convencionales, también los desinfectantes tienen una participación considerable en los galpones controlados con

1,62%, esto obedece al control estricto que se tiene para entrar al galpón y a la eliminación de los malos olores que desprende la cama húmeda.

Para el caso de la mano de obra se tiene que los galpones controlados presentaron un costo de 4,18% en comparación a 6,29%; 5,94% en los galpones convencionales, generando un mayor porcentaje sobre el costo total el que ejerce el encargado con 2,38%; 2,37% para los galpones controlados y 3,58%; 3,38 para los convencionales. En cuanto a los obreros se tiene que en los controlados existe

un costo 1,16% y 1,75%; 1,65% para los convencionales y el costo que genera el asistente no es muy significativo con solo un 0,64% en los controlados mientras que para los convencionales llegan a 0,97 y 0,71% esta diferencia de la mano de obra en las dos condiciones esta motivada al menor empleo del personal que tienen los galpones controlados frente a los galpones convencionales.

Los costos que representa el transporte de los animales a matadero es considerablemente bajo en relación con los costos totales de producción con 0,59; 0,66% para los controlados 0,45% en los convencionales; además también se tienen otros costos de producción que representan un 3,38% para los controlados y 1,97; 1,81% para los convencionales.

De esta manera se aprecia que la estructura de los costos totales de producción para cada tecnología en un ciclo de producción en términos porcentuales es muy parecida pero en términos nominales es diferente. Esto obedece a que la inversión en la aplicación del ambiente controlado es superior a los galpones convencionales.

En la TABLA IV se presenta el beneficio obtenido durante el ciclo de producción estudiado. El precio de venta al mercado fue de 1.200 Bs/Kg de carne y con unos rendimientos de 23.120 Kg; 23.560 Kg en los galpones controlados y 11.875 Kg; 12.375 Kg para los galpones convencionales. Los bajos rendimientos que tuvieron los galpones convencionales fue a causa del bajo peso 1,635 Kg; 1,560 Kg que presentaron los animales al momento de la salida en cada galpón causado por las pocas condiciones de confort térmico, la desuniformidad del lote y algunas enfermedades que hicieron disminuir considerablemente sus rendimientos.

Para los galpones convencionales se generó un beneficio neto de 586.624 Bs.; y 378.751 Bs., respectivamente. Entendiendo que el beneficio neto es la diferencia entre los costos totales de producción y el beneficio bruto. Los animales que tuvieron alojados en los galpones controlados ganaron un peso de 1,905 Kg; y 1,970 Kg en cada uno, lo que indica que cuantitativamente presentaron mejores rendimientos obtenien-

do un beneficio neto de 7.163.139 Bs. y 7.676.121 Bs. por cada galpón durante el ciclo productivo analizado. En los galpones controlados se obtuvo una ganancia de 450 Bs.; 452 Bs. por pollo y en los convencionales solamente la ganancia por ave fue de 260 Bs.; 250 Bs., 50% por debajo de la tecnología de ambiente controlado.

En cuanto a los costos para producir un pollo se tiene que en los galpones controlados el precio es de 1.419 Bs. y 1.420 Bs. mientras que para el caso de los convencionales el precio llega a 1.271 Bs. y 1.238 Bs., teniendo los mayores costos para producir un pollo los galpones controlados 200 Bs. por encima de la tecnología convencional.

Por todo lo dicho queda demostrado que aunque las instalaciones con ambiente controlado tienen un mayor costo de inversión inicial contribuyen a elevar en una alta proporción los beneficios económicos al productor por cada lote de pollo ya que a mayor densidad sube el costo por Kg de pollo, pero aumentan los Kg de carne por m² aumentando también el retorno del la inversión inicial.

Análisis de dominancia

Según la metodología de evaluación económica a través de presupuesto parcial, el análisis de dominancia indica como se aumentan los beneficios netos, cuando se incrementa la inversión, y como también se puede excluir algún tratamiento para simplificar el análisis, ordenando los costos totales de menor a mayor. Aquí se dice que un tratamiento es dominado cuando tiene Beneficios netos menores o iguales a los de un tratamiento con costos variables más bajos, [3].

En la TABLA V se presenta el análisis de dominancia realizado a los galpones evaluados durante el ciclo productivo de pollos de engorde, observándose el orden como están distribuidos el total de costos variables para cada uno, determinando que el galpón con menores beneficios netos fue el convencional 2 y el que obtuvo menores costos totales de producción fue el galpón convencional 1, por lo tanto el galpón dominado o excluido del análisis es el convencional 2. Esto significa que esta op-

TABLA IV
BENEFICIOS NETOS POR GALPÓN Y POR POLLO OBTENIDO DURANTE LA EVALUACIÓN

Variable	Unidad	Contro 1	Contro 2	Conven 1	Conven 2
Costo de prod.	Bs	20,580,861	20.595,879	13.664,375	14.471,249
Peso	Kg	1,905	1,970	1,635	1,560
Precio de Venta	Bs/Kg	1,200	1,200	1,200	1,200
Rendimiento	Kg	23,120	23,560	11,875	12,375
Beneficio Bruto	Bs	27.440,00	28.272,000	14.250,000	14.850,000
Beneficio Neto	Bs	7.163,139	7.676,121	585,624	378,751
Beneficio/Pollo	Bs/Pollo	450	452	270	260
Costo/Pollo	Bs/Pollo	1,419	1,420	1,271	1,378
Relación costo/beneficio neto		25,82%	27,15%	4,11%	2,55%

TABLA V
ANÁLISIS DE DOMINANCIAS DE LA EVALUACIÓN DE LAS TECNOLOGÍAS EN UN CICLO PRODUCTIVO DE POLLOS DE ENGORDE

Condición	Manejo	Nº de pollos	Total costos	Beneficios netos (Bs/ciclo)
3	Convencional 1	10.750	13.664,375	585.624
4	Convencional 2	10.500	14.471,49	378.751 D
1	Controlado 1	14.500	20.580,861	7.163,139
2	Controlado 2	14.500	20.595,879	7.676,121

Fuente: Cálculos propios. D: Galpón dominado.

ción tecnológica se excluye del análisis posterior, ya que aquí demuestra que no es atractivamente económica.

De igual forma, la metodología del CIMMYT indica que después de realizar el análisis de dominancia es necesario hacer un análisis adicional, denominado curva de beneficio neto entre los galpones no dominados, por lo cual es importante para el productor dado que provee conocimiento sobre el aumento de los costos necesarios para obtener unos mayores beneficios netos.

En la FIG. 3 se observa la curva de beneficios netos para los dos galpones controlados y para el galpón convencional restante, resultando una pendiente que siempre será positiva, también se aprecia que la pendiente es más pronunciada desde el galpón convencional (C) al galpón controlado (A). Esto quiere decir que el productor obtendrá mayores beneficios económicos si cambia de los galpones convencionales a los galpones de ambiente controlado, aunque tenga unos mayores costos de producción como se explicó anteriormente cuando se calcularon los beneficios netos por galpón y los beneficios por pollo.

Análisis de la tasa de retorno marginal

El objetivo del análisis marginal es determinar exactamente como los beneficios netos de una inversión aumentan al aumentar la cantidad invertida, siendo la manera más fácil de expresar esta relación el calcular la tasa de retorno marginal que es el aumento en los beneficios netos divididos por el aumento de los costos que varían de los galpones presentados en la curva de beneficio neto, indicando lo que el productor puede esperar ganar en promedio con su inversión cuando decide una práctica tecnológica por otra [3]. A continuación se muestran los cálculos para los dos casos presentados en el análisis.

Caso A: cambiar de la tecnología convencional a la tecnología de ambiente controlado.

$$\frac{20.580,86 - 13.664,375}{7.163,139 - 585.624} = \frac{6.916,486}{6.577,515} = 1,051 = 105,15\%$$

Esto indica que la tasa de retorno marginal es de 105%, y por cada bolívar invertido recuperará 1,05 Bs.

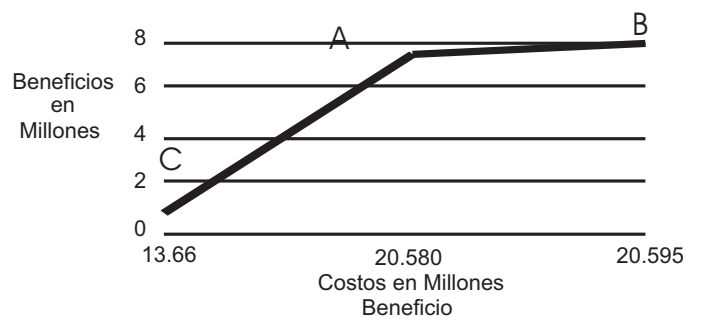


FIGURA 3. CURVA DE BENEFICIO NETO.

Caso B: No hacer cambios en tecnología, solamente quedarse con los galpones controlados.

$$\frac{20.595,87 - 20.580,861}{7.676,121 - 7.163,139} = \frac{15,018}{512,982} = 0,03 = 3\%$$

Este valor significa para el granjero que por cada bolívar que invierta en esta misma tecnología recibirá un retorno de 0,03 Bs. adicionales. Esto obedece a que los rendimientos en los galpones controlados durante el ciclo estudiado fueron muy similares.

La tasa de retorno marginal siempre es positiva, sin embargo para formular recomendaciones a partir de la tasa de retorno marginal esta debe superar la tasa mínima de retorno aceptable para el productor, la cual se sitúa entre el 50% y el 100% [3]. Además se toma como parámetro el costo del capital o la tasa de interés en el mercado para prestamos financieros, la tasa de retorno aceptable también debe ser superior a este parámetro. En este caso la tasa de retorno marginal es atractiva.

CONCLUSIONES

La eficiencia térmica del sistema de ambiente controlado es superior a la del sistema convencional lo cual se manifestó a través de las diferencias registradas en las condiciones am-

bientales y productivas, mostrando mayor confort ambiental el sistema controlado.

El índice de temperatura y humedad (THI) estimado en los dos sistemas, indicaron condiciones de confort próximas al óptimo en el sistema controlado, mientras que el convencional registró condiciones estresantes.

El desempeño productivo de los animales presentó diferencias significativas, con mayores rendimientos en el sistema controlado, debido a las condiciones ambientales donde los animales usaron más eficientemente el alimento repercutiendo en mejoras en la conversión y el peso final de los pollos.

El cambio de tecnología del sistema convencional a controlado genera una tasa de retorno marginal de 110%, obteniéndose mayores beneficios económicos con el uso del sistema controlado.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] ANGULO, I. Manejo nutricional de aves bajo condiciones de estrés térmico. **Fonaip Divulga**. Julio-Septiembre. Maracay. Venezuela. 2-4 pp. 1991.
- [2] BACA, G. **Evaluación de Proyectos**. 3^{era} Ed. Editorial Mc. Graw Hill. México. 1-337 pp. 1977.
- [3] CENTRO INTERNACIONAL DE MEJORAMIENTO DE MAÍZ Y TRIGO. **Manual metodológico de evaluación económica**. DF. México. 30-35 pp. 1988.
- [4] FOOD AGRICULTURAL ORGANIZATION. **Manual de producción**. Roma. Italia. 151-160 pp. 2000.
- [5] LACY, M. Innovaciones en infraestructura para broiler. **Avicult. Prof.** 18 (2):11-13. 2000.
- [6] LOZANO, C. Efecto de la inclusión de maíz grano y restricción de alimento en los periodos calurosos del día sobre la capacidad productiva de los pollos de engorde en clima tropical. Facultad de Agronomía. UCV. Maracay. **(Tesis de Grado)**. 1-56 pp. 2003.
- [7] MARTELO, L.; SAVASTANO, H.; SILVA, S.; LENCIONI, E. Reposta fisiológica e produtivas de vacas holandesas en lactacao submetidas a diferentes ambientes. **Rev. Brasileira de Zoot.** Vol. 33 (1): 181-191 pp. 2004.
- [8] MAY, J, A.; LOTT, B. Relating weight gain and feed gain of male and female broilers to rearing temperature. **Poultry Science** Vol. 80: 581-584. 2001.
- [9] MELITZER, A. Efficiency of effect of high ambient temperature on food utilization in male broilers. **Brit. Poult. Sci.** Vol. 27: 349-351. 1986.
- [10] MILLÁN, A. Principales variables del clima que afectan la crianza del pollo de engorde. **Avicult. Prof.** Vol. 19: 14-15. 2001.
- [11] OLIVEROS, Y. Evaluación de los elementos climáticos sobre el comportamiento productivo y social de los pollos de engorde en etapa de finalización en granja comercial bajo condiciones tropicales. Postgrado en Producción Animal. Facultad de Agronomía. UCV. Maracay. **(Tesis de grado)** 1-57 pp. 2000.
- [12] PEREIRA, A.; ANGELOCCI, L.; SENTELHAS, P. Agrometeorologia Fundamentos e Aplicacoes Praticas. Livraria e Editora agropecuaria LTDA. BRASIL. 321-328 pp. 2002.
- [13] TEETER, R. Optimizing production of heat stressed broilers. **Poultry Digest**. 10-27 pp. 1994.
- [14] TEMIM, S. Effects of chronic heat exposure and protein intake on growth performance, nitrogen retention and muscle development in broilers chickens. **Reprod. Nutr. Dev.** Vol. 39: 146-156. 1999.
- [15] THOM, E. The discomfort index. En: **Microclimate the biological environment**. John Wiley and Sons. 315 pp. 1959.
- [16] World Meteorological Organization. Animal Health and Production a extremes of weather. **Technical note n°191**. Geneva. 181 pp. 1989.