

# UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

ESCUELA DE AGRONOMIA



*Influencia de un programa de iluminación restringido, en el incremento de peso en pollo de engorda, durante la época otoño invierno*

## TESIS PROFESIONAL

Que para obtener el Título de  
INGENIERO AGRONOMO  
P R E S E N T A  
FRANCISCO ESCOBAR DEL REAL

Guadalajara, Jal. 1979

HAGO UN PUBLICO RECONOCIMIENTO A LOS DIRECTIVOS Y PERSONAL, DE LA EMPRESA MEZQUITAL DEL ORO, S.A., POR HABERME ALENADO EN LA PRESENTE INVESTIGACION, Y PROPORCIONADO A LA VEZ, LOS MATERIALES NECESARIOS PARA SU DESARROLLO.

● A MIS PADRES Y HERMANOS.



CON ESPECIAL AGRADECIMIENTO AL             
MVZ. JOSE DE JESUS GARCIA SOLTERO  
POR SU VALIOSA COOPERACION EN EL             
DESARROLLO DE ESTE TRABAJO.



EN AGRADECIMIENTO A:

MVZ. FELIX BERUMEN FLORES.

MVZ. ENRIQUE VAZQUEZ AVALOS.

ING. LEONEL GONZALEZ JAUREGUI.

ING. JUAN RUIZ M.

● "INFLUENCIA DE UN PROGRAMA DE ILUMINACION RESTRINGIDA, EN EL INCREMENTO DE PESO EN POLLO DE ENGORDA DURANTE LA EPOCA OTOÑO - INVIERNO."

FRANCISCO ESCOBAR DEL REAL.

## CONTENIDO.

PAGINA.

I.	INTRODUCCION.	1
II.	OBJETIVO.	2
II.	REVISION DE LITERATURA.	3
III.	MATERIALES Y METODOS.	22
	3.1) LOCALIZACION DEL EXPERIMENTO,	22
	CLIMA.	22
	FLORA.	24
	FAUNA.	24
	3.2) INSTALACIONES.	25
	3.2.1) TIPO DE NAVE Y DIMENSIONES.	25
	3.2.2) CAMA.	26
	3.2.3) SISTEMA DE CALEFACCION.	26
	3.2.4) ILUMINACION.	27
	3.2.5) COMEDEROS.	28
	3.2.6) BEBEDEROS.	28
	3.2.7) HIGIENE.	29
	3.3) MODELO MATEMATICO UTILIZADO.	30
	3.4) METODOLOGIA DEL PROGRAMA EN ESTUDIO.	34
	3.4.1) DESCRIPCION Y DISTRIBUCION DE LAS AVES UTILIZADAS.	34
	3.4.2) RECEPCION DE AVES.	35
	3.4.3) PROGRAMA DE ILUMINACION.	36
	3.4.4) POBLACION.	40
	3.4.5) MANERA DE REALIZAR LA TOMA DE PESO.	41
	3.4.6) MODELO DE REGISTRO.	42
	3.4.7) CONTROL DE ENFERMEDADES.	42
	3.4.8) MORTALIDAD.	43
	3.4.9) SUMINISTRO DE AGUA Y ALIMENTO.	43
IV.	RESULTADOS EXPERIMENTALES.	45
	4.1) PESO INICIAL.	45
	4.2) PESO FINAL.	45
	4.3) INCREMENTO DE PESO TOTAL / DIA.	45
	4.4) CONSUMO DE ALIMENTO PROMEDIO DIARIO POR AVE.	45
	4.5) ANALISIS ECONOMICO.	63

		PAGINA.
V.	DISCUSIONES.	65
VI.	CONCLUSIONES.	67
VII.	RESUMEN.	69
VIII.	BIBLIOGRAFIA.	71
IX.	APENDICE.	74

## I. INTRODUCCION.

Dentro de la producción pecuaria, en la que se puede lograr mayormente la optimización de los costos de producción, es sin lugar a dudas el de las aves, muy especialmente en pollos de engorda, por ser su ciclo de producción corto, y por ser baja la cantidad de alimento consumida durante la engorda, en relación con otras especies.

El problema de la alimentación domina las ideas del mundo moderno, por lo tanto debemos intensificar la explotación avícola, de manera científica, con el fin de producir carne al menor costo posible.

La economía de la producción de carne, se basa en una rápida tasa de crecimiento, con eficiente transformación de alimento a carne. Para conseguir un crecimiento rápido, es necesario consumir cantidades considerables de alimento, en un espacio de tiempo corto, que ha de emplearse en crecer, y no en actividades innecesarias y ejercicios.

Las condiciones de iluminación pueden afectar, tanto al crecimiento, como a la eficaz conversión de alimento.

Cuando el fin de las aves es la producción de carne, interesa que los animales coman cuanto más, para conseguir un crecimiento rápido, y que el consumo de alimento necesario para atender otra actividad, que no sea el crecimiento, sea mínima. Por esto se necesitan patrones e intensidades que consigan un máximo consumo y minimicen la actividad, para así obtener mayores incrementos de peso diario.

Las aves pueden comer en la oscuridad, pero el consumo es mucho mayor cuando hay luz. El mejor crecimiento y el mejor índice de conversión se consigue cuando las aves pueden comer regularmente durante todo el día.

Las propiedades relativas de luz y oscuridad que hay en un ciclo son de importancia en la avicultura.

Hay muchas maneras de proporcionar luz artificial, - siendo la energía eléctrica la más común y la más práctica.

La luz debe ser de intensidad uniforme, y las lámparas pueden proporcionarla, para prolongar el periodo de horas luz.

El control de la intensidad de la luz artificial, puede tener mucha importancia, porque la muy fuerte o la natural puede estimular el consumo innecesario de energía en movimientos y ejercicios excesivos.

#### OBJETIVO:

Lograr un incremento en el peso del pollo, destinado a engorda, por medio de un programa de iluminación restringida, en la época de Otoño - Invierno.

Minimizar los costos referentes a iluminación, con un número determinado de horas de luz artificial y diurna a lo largo de la engorda, ya que, aunque el costo de unidad de electricidad es bajo, en un tiempo considerable, - llega a ser bastante significativo, afectando la utilidad de una empresa avícola.

EFFECTOS DE LA ILUMINACION:

José Antonio Castelló L., menciona que durante los últimos años, se ha investigado profundamente sobre programas de iluminación para pollitas y ponedoras y, en escala algo menor para pollo de engorda.

La influencia de la luz en las aves hay que enfocarla bajo dos puntos de vista diferentes, según se trate de pollos o de aves adultas :

1) Pollos; el efecto de la luz debido, fundamentalmente, a permitir que las aves dispongan de tiempo suficiente para realizar sus funciones vitales, es decir, comer y beber. Por ello, durante toda la vida del pollo y en parte de la cria de las pollitas, no hay que atribuir a la luz otra misión fisiológica que no sea ésta, de permitirles ejercitar sus órganos de visión.

2) Aves adultas; una vez que la pollita ha llegado a su madurez sexual, la influencia de la luz se ejerce a través del influjo que realiza sobre el nervio óptico y posterior excitación de la hipófisis, con una subsecuente regulación de la secreción de hormonas gonadotrópicas que, a su vez, influyen sobre el crecimiento de los folículos del racimo ovárico y sobre el proceso de la ovulación ó desprendimiento del óvulo en el oviducto. (7)

Giavarini, por su parte menciona que el sistema de iluminación para los locales destinados para pollo de carne es lógicamente diferente al aconsejado para ponedoras y reproductoras.

En la cria del pollo para carne se trata de efectuar, gracias a una abundante alimentación, un rápido desarrollo corporal. La tendencia de algunos avicultores es adoptar la iluminación artificial durante la noche. Si este sistema desde el punto de vista técnico puede ser más que lógico, en la práctica por el contrario puede presentar inconvenientes notables, por lo que se aconseja la iluminación intermitente. Este sistema permite obtener resultados ópti

mos, superiores a los obtenidos con iluminación continuada. Con la iluminación intermitente el animal termina por comer más, lo cual no se consigue con la iluminación continuada.

La intermitencia en la iluminación ejerce un mayor estímulo en la pituitaria, activando la producción de hormona tirotrófica, estimulando la tiroides.

La intermitencia continuada se aconseja sólo las tres primeras semanas de la vida del polluelo. En Inglaterra muchos avicultores adoptan una iluminación de 24 horas de duración. (15)

Seiden R., menciona que todos los animales utilizan el alimento con dos propósitos principales:

- 1) constituir nuevos tejidos para reemplazar a los tejidos destruidos por el uso y desgaste general del cuerpo, y
- 2) suplir la energía necesaria para el mantenimiento de la temperatura y funciones orgánicas. (27)

Bundy C. y Diggins R., por su parte dicen que en tiempos pasados, para criar pollitos, fué necesario edificar locales estrechos, ya que el sol era la única fuente de luz; con el uso de la electricidad, es posible construir salas de crianza anchas y largas, casi cuadradas, y es menor el costo por metro cuadrado de las salas amplias, que se construyen en edificios de muchos pisos, que el de las reducidas, que se edifican en uno solo. (5)

Leopoldo Escamilla, menciona que debe tenerse presente que la luz no debe faltar en las casetas, pues es un gran estímulo para que los pollitos se animen a comer y beber. (12)

Bundy C y Diggins R., afirma que aún permanecen sin resolver algunas interrogantes planteadas en relación con la cantidad de lúmenes que deben utilizarse en la crianza de los pollos de "asador". Las pruebas realizadas por la Estación Experimental de Washington (EEW), indican que la iluminación continua (durante las 24 horas), produce las más rápidas ganancias de peso, con el mínimo consumo de a-

limentos, por kilogramo, sin embargo, algunas aves son afectadas por la enfermedad llamada "enteritis", y dejan de comer, por lo tanto, se recomienda sólo catorce horas de iluminación. (5)

L. Escamilla, afirma que las formas más utilizadas para la práctica de la cebadura del pollo son, la alimentación abundante y adecuada, y la reclusión sin descuidar detalles, como lo son el de la iluminación e higiene, factores esenciales para una buena engorda. (12)

(3) W. M. Allcroft, por su parte afirma que en las modernas naves, la iluminación artificial puede emplearse para prolongar la luz diurna, aceptándose, en general, como razonable la duración de 16 a 18 horas, aunque se desconoce realmente cual sea la cantidad de horas ideal para la iluminación. En locales destinados a engorda de pollos se ha probado diferentes esquemas de iluminación. Sin embargo, ninguno es aceptado universalmente, existiendo partidarios para casi todas las formas, que van del empleo de las 24 horas de luz tenue, al de luz brillante durante las 24 horas también.

El control de la intensidad de la luz puede tener mucha importancia, porque la muy fuerte o la natural puede estimular el consumo innecesario de energía en movimientos y ejercicios excesivos. Cuando las aves disponen de poco espacio, la luz muy fuerte favorece al picaaje y canibalismo.

T.J. Crocker, menciona que las instalaciones eléctricas en las casetas, permite al avicultor trabajar de noche - detalle importante cuando los pollitos se están criando en los días más cortos del año. Algunos granjeros, utilizan luz eléctrica para prolongar la luz solar con lo que los pollitos disponen de iluminación para comer durante las 12 ó 13 horas en que realiza estas acciones regularmente.

Durante los días de corta duración este sistema aumenta el consumo de alimento y, subsecuentemente, el mayor y más pronto desarrollo de las aves, lo que resulta de gran interés cuando se están preparando para ceba. (9)

M. E. Ensminger, por su parte afirma que es bueno uti

lizar luces durante toda la noche, para ampliar y continuar la duración de la luz diurna. (11)

Schoplucher R., menciona que con respecto a la iluminación artificial para pollos parrilleros, no existe un -- criterio uniforme . En tanto que diversos autores abogan -- por 14 horas de iluminación --lo que implica varias horas -- de iluminación artificial desde el otoño hasta la primavera-- la mayoría de los técnicos, recomiendan solamente una luz suave a fin de evitar que los pollitos se amontonen en un solo lugar. (26)

Cornoldi J., por su parte afirma que conviene no exceder en la iluminación de los alojamientos de los polluelos. Mucha luz, invita a éstos a mantenerse en continuo movimiento, ingiriendo cantidades notables de alimentos, incluso en las horas en que deberían descansar. Esto podría provocar indigestiones y un perfecto desarrollo de las articulaciones de las patas. (8)

L. E. Card, menciona que la iluminación ejerce asimismo una influencia indirecta sobre la rapidez del crecimiento. Numerosas pruebas llevadas a cabo con la iluminación -- interrumpida como con la iluminación continua durante las 24 horas del día, muestran que su efecto es debido al tiempo de que disponen las aves para ingerir sus alimentos. La iluminación combinada con una alimentación adecuadamente -- restringida no ejerce ninguna influencia mensurable sobre la rapidez del crecimiento. La iluminación artificial ejerce una influencia máxima sobre el aumento de tiempo disponible para consumo de alimentos, cuando se mantienen iluminadas durante las 24 horas del día a las aves en sus primeras semanas de crecimiento.

La intensidad de iluminación a que se ven sometidas -- las aves de engorda, constituye un factor importante. Las luces de baja intensidad se utilizan también para controlar el picaje de las plumas. (6)

L. Escamilla, afirma que es preciso disponer y vigilar la ventilación e iluminación de los locales, para que se renueve adecuadamente la temperatura ambiental.



Otra ventaja innegable de los fluorescentes, es la de una vida mucho más larga que la de las lámparas de incandescencia. (7)

Sin embargo los tubos fluorescentes presentan algunas desventajas que han hecho que su empleo en avicultura no se popularizara, a excepción de algunos casos muy concretos -instalación sin ventanas- con un gran número de horas de funcionamiento, baterías de tres pisos en los que interesa que haya la misma intensidad en cada uno de ellos, etc. -Entre ellas pueden citarse:

- 1) el mayor costo del montaje.
- 2) la casi imposibilidad de instalar un regulador de luz, por el elevado costo que tendría en este caso.
- 3) la necesidad que habría de distanciarlos muchos metros para dar la intensidad requerida, en la caseta, con lo cual, se crearían zonas de sombra que no interesan.
- 4) las dificultades de encendido cuando la tensión no es correcta. (21)

Las luces de color amarillo, naranja ó rojo, se utilizan bastante en ciertas clases de gallineros de ambiente-controlado y con altas densidades de aves, con objeto de controlar el picaje y canibalismo sin tener que recurrir al corte de picos. (28)

Aunque experimentalmente este hecho se ha prestado a controversias, se indica que bajo una luz de estos colores, las aves están más tranquilas y menos sujetas a espantos, no existiendo ninguna repercusión desfavorable sobre la puesta, siempre y cuando se haya calculado la intensidad a suministrar en equivalencia con la que correspondería de luz blanda. Esto tiene importancia, ya que cualquier luz de color tiene un flujo luminoso de un 20 a un 60 % menos que la luz blanca de la misma potencia. Debido a éste hecho, a pesar de la cierta ventaja que puede tener la luz de color rojo ó amarillo en evitar el picaje en la práctica apenas se han extendido por el mayor gasto

que suponen de montaje y funcionamiento. (19)

Sobre la intensidad de iluminación, el mismo autor -- menciona: la unidad de flujo luminoso es el "LUMEN", expresándose así la luminosidad de cualquier punto de luz. Su intensidad de iluminación es el flujo luminoso incidente, por unidad de superficie, empleándose en el Sistema Métrico Decimal el "LUX" para expresar los lúmenes por metro cuadrado. Un pie-bujía, (foot candle) equivale a 10.7 lux. →

Desde el punto de vista experimental, son muy escasos los trabajos efectuados sobre la intensidad de iluminación más conveniente para estímulo de la puesta o el crecimiento. En cambio, son numerosas las recomendaciones prácticas de iluminación en las que se suele hablar de 2 a 4-watios por cada metro cuadrado de superficie del local, - norma que a veces se ha simplificado todavía más al sugerirse hace unos años .1 watios por ave, cuando no se alojaban mas de 3 por metro cuadrado.

Ni que decir tiene, que ello es tan simple, que no necesita un análisis detenido, pues como lo que interesa en los destinados a engorda es que vean lo suficiente para comer, si se expresa el nivel de iluminación por la potencia instalada, se prescinde de gran número de factores -- que afectan a la intensidad que recibe el ave: la reflectividad del gallinero, la altura de los puntos de luz, su limpieza y el que vayan provistos o no de pantalla, las dimensiones de la nave, la distribución de bombillas etc.

Dejando aparte las primeras experiencias de Barrot, y Priglo, en las que ensayaron niveles de iluminación tan elevados que iban desde 65 a 1.300 lux, los últimos trabajos de este autor, así como los de Cherry y Barwick, Beane y otros, indican bien claramente que no tienen ninguna utilidad el sobrepasar en todo caso los 21 lux; existiendo además la evidencia de que con una intensidad de 5 a 10 lux es suficiente para conseguir un crecimiento óptimo y una buena eficiencia alimenticia.

Una intensidad de 10 lux equivale aproximadamente al-

"foot candle" que se recomienda en la mayoría de los centros avícolas norteamericanos, como lo ideal para aves adultas, cifra que también se sugiere que puede reducirse bastante tratándose de pollos, especialmente por las últimas experiencias de Cherry, Barwick, Skoglund y otros, en las que se llegaron a utilizar satisfactoriamente unos niveles de .1 a 1 lux.

Ahora bien, si a efectos de crecimiento de los pollitos podríamos recomendar una intensidad de 5 lux, a nivel de las aves, hay que tener en cuenta que ello puede presentar una cierta incomodidad para algunas operaciones de manejo en el gallinero; por lo que aún, siendo suficiente para las aves, es corriente, o bien calcular una cifra superior, o bien dar un ligero exeso en todo momento -aunque ello no interese económicamente-, o bien intercalar en el circuito un autotransformador de voltaje. Esto último tiene la doble ventaja de que el consumo de electricidad sólo será excesivo cuando haya que realizar ciertas operaciones dedicadas en la caseta, en cuyo momento se podrá dar el 100 % o algo menos de la potencia instalada, y de que, al haber durante casi toda la jornada un % mucho más reducido, se alargará la vida de las bombillas.

En resumen, recordando como orientación para quien no conozca la equivalencia de éstas cifras, que con una intensidad de 10 lux es perfectamente posible realizar cualquier tipo de trabajo.

El mismo autor sobre el cálculo de la intensidad de iluminación afirma que, una forma aproximada para dar el nivel de iluminación deseado y omitir éste cálculo, es la antes citada de instalar un número determinado de bombillas de potencia conocida en una superficie dada del local. Muchas publicaciones de divulgación hablan así de instalar una bombilla de 25 a 40 vatios para cada 20 metros cuadrados de superficie.

Esta norma es bastante imprecisa, al igual que lo son también algunas fórmulas que relacionan la potencia de los puntos de luz con unos factores de conversión según -

el tipo de luz.

La forma correcta de calcular la intensidad de iluminación, sería que se basara en tomar el mayor número posible de mediciones con un luxómetro. S.1

Sin embargo, ésta determinación sólo está en manos de un técnico, tanto con que no se puede contar con que el avicultor se provea de éste caro aparato, como porque requiere ser utilizada con mucho cuidado, para evitar principalmente errores derivados de la distribución, más o menos correcta, de los puntos de luz en la caseta.

Por otra parte, las mediciones efectuadas con el luxómetro deben complementarse con el uso de un voltímetro -- para averiguar en el mismo momento la tensión de la red, -- la cual suele experimentar serias variaciones en el transcurso del día en muchas zonas. El prescindir de ésta observación complementaria podría inducir a un grave error -- señalando Johnson al respecto, que si la tensión disminuye, por ejemplo, en un 10 %, la intensidad de iluminación se reduce aproximadamente en un 25 % y viceversa.

Por ello, y sin descartar en absoluto las mediciones con luxómetro cuando se pueden efectuar correctamente, -- creemos más práctico el determinar la intensidad de iluminación por el método denominado convencionalmente del flujo luminoso. Este método implica el uso de unas tablas en las que aparecen los distintos "factores de iluminación" -- deducidos de los rendimientos de los aparatos a emplear y de las reflectividades del techo y paredes. Para todo local a iluminar se determina el "índice de espacio", que relaciona sus tres dimensiones, y en función del mismo se averigua en las tablas de factor de utilización.

Aunque éste tipo de cálculos es perfectamente adaptable a las casetas, por la cierta complejidad de las operaciones que hay que realizar, para quién no esté versado en estas cuestiones, y naturalmente, para el avicultor me dio, lo resumimos en la siguiente fórmula:

$E = N \phi n / Sd$ .

Donde:

E= Intensidad de iluminación deseada, en lux.

N= Número de puntos de luz a instalar.

$\phi$ = Flujo luminoso en lúmenes, del punto de luz instalado (ver tabla No. 1).

n= Factor de utilización dependiente del tipo de luz, de la reflectividad de los techos y muros, de las dimensiones de la nave y de la altura de los puntos de luz.

S= Superficie de la nave, en metros cuadrados.

d= Factor de depreciación, que depende de la edad y limpieza de las bombillas.

La determinación de unos factores de depreciación exactos se ha prestado a muchas discusiones, citandose así los valores que van desde 1.3 hasta 2.5 el más elevado, como es lógico, para instalaciones de mucho tiempo de funcionamiento ó en las que se acumule gran cantidad de polvo. Como en muchas casetas ocurre esta segunda circunstancia, es difícil dar una norma exacta sobre el valor de este factor en el caso en que no se proceda a una limpieza periódica de las bombillas, por más que en las determinaciones prácticas que se han realizado, se ha visto que en instalaciones nuevas y con bombillas limpias el valor puede ser de 1.0 a 1.1 . En mediciones efectuadas más tarde se comprobó que con bombillas sin limpiar durante una semana puede ser de 1.1 y que con bombillas de un mes será aproximadamente de 1.3 .

Para la determinación del factor de utilización, hemos resumido en la tabla que se presenta a continuación todas las variables que pueden influir en ello, teniendo en cuenta que hemos simplificado los cálculos teóricos a base de :

1) prescindir de la reflectividad del techo, ya -- que con iluminación directa y especialmente con el uso de pantallas, ello apenas tiene importancia.

- 2) sustituir el índice de espacio, por la superficie de la caseta, y la altura de los puntos de luz sobre las aves.
- 3) considerar unicamente dos casos de la reflectividad de las paredes, bien encaladas ó bien de color oscuro, -rojo ladrillo ó madera-.

TABLA No. 2.

FACTOR DE UTILIZACION -n- PARA GALLINEROS.

Superf. en m.	Altura de luces/ave	Lámp. Incandesc.		Lámp. Fluoresc.	
		pared blanca.	pared oscura.	pared blanca	pared oscura.
menos de 400	1.0 a 1.6	.70	.67	.76	.71
	1.6 a 2.2	.60	.64	.74	.69
	2.2 a 2.8	.64	.61	.72	.67
de 400 a 700.	1.1 a 1.6	.71	.68	.77	.71
	1.6 a 2.2	.69	.66	.76	.70
	2.2 a 2.8	.67	.64	.75	.69
mas de 700	1.0 a 1.6	.72	.69	.77	.72
	1.6 a 2.2	.71	.68	.77	.71
	2.2 a 2.8	.70	.67	.76	.70

Sobre la distribución de los puntos de luz, el mismo autor afirma que, los puntos de luz tienen importancia bajo dos aspectos:

1) porque si es muy exagerada, no sólo perderá en intensidad, sino que se dificultará la limpieza periódica;

2) porque si es muy baja el campo de iluminación será muy reducido. (7)

En instalaciones de pollo o ponedoras sobre "caja", una buena norma es la de suspender las bombillas a alturas variables entre 1.8 y 2.2 m., sobre el nivel del piso, pues si bien, aunque algunos prefieren empotrarlas en el techo para evitar la complicación de cordones o cables colgando, nosotros somos más partidarios de no pasar de éstas cifras si se desea sacar el máximo partido de la iluminación y facilitar al propio tiempo la labor -

de limpieza periódica. (14)

Otra forma fundamental para obtener el máximo a provechamiento de la iluminación es la de disponer de las bombillas formando rectángulos lo más cuadrado posibles.- Las recomendaciones dadas por algunos autores, varían entre una distancia entre las bombillas de 1.4 veces la altura de éstas, y la de 1.8 veces, por lo que si nos sujetamos a las alturas antes recomendadas, veríamos que los cuadros deberían de ser de 2.5 a 4.00 m<sup>2</sup>.

No obstante, antes de seguir ésta recomendación a ciegas, hay que considerar una serie de factores, tales como la estructura del edificio -presencia de estructuras a distancias regulares de donde suspenden las bombillas-, su anchura y su longitud, procurando jugar con todos ellos para que la distribución sea lo más uniforme posible.

En todo caso hay que tener presente que cuantomayor sea el número de puntos de luz bien distribuidos, - en una superficie determinada, mejor será la uniformidad de la iluminación, y a la inversa. Sin embargo, de instalar las bombillas muy cercanas -por ejemplo, a 3 m, de -- distancia, mayor será el costo de la instalación.

A modo de orientación, se recomienda partir de la base de instalar dos hileras de luces en las casetas-- relativamente estrechas -de 8m., aproximadamente-, tres - hileras en naves de 12 m., de anchura, y cuatro hileras - en naves de 14 m. de anchura, aunque insistimos en la dificultad de establecer unas normas a priori, sin haber -- planificado antes toda la explotación. (28)

Aparte de la norma de instalar el número de hileras necesarias para que la distancia entre ellas sea aproximadamente igual que la existente entre las lámparas- de la misma fila, se tendrá presente también que la distancia entre las bombillas a las paredes debería ser la -- mitad de la que existe en ellas.

En todos los casos debe partirse de la necesi-- dad de colocar pantallas ó reflectores que proyecten la - luz sobre las aves. Su ausencia, en el tipo de ilumina---

ción directa que se estudie, puede motivar que la intensidad de la iluminación al nivel de éstas sea de un 10 % menor y más.

Sobre el suministro de luz artificial, el mismo autor menciona que si el número total de horas de luz a suministrar a las aves es superior al que corresponde de luz natural, por la época del año en que se esté, hay que suplementarla con luz artificial. Un punto sobre el que se discute bastante, es el de si ese suplemento se debe hacer por la mañana, por la tarde ó a medias, dando parte antes del amanecer y parte después de la puesta del sol.

Si se trata de pollos sobre cama, el reloj automático no es absolutamente necesario al no disponer de aceleradores en el que duerman las aves durante la noche. No obstante si el reloj automático lo lleva incorporado, no habrá ninguna necesidad de proceder a desmontarlo.

El inconveniente del suministro de luz por las mañanas, es que si la cantidad total es muy elevada, puede ser necesario encender exclusivamente temprano y eso exigiría atender la caseta no demasiado tarde, pues de otra forma las aves estarán un tiempo sin el cuidado y vigilancia necesaria. Por eso resuelto el problema del acostado de las aves, nos inclinamos por un sistema mixto es decir, partir el suplemento y suministrar una parte por la mañana, y el resto por la tarde. Con ello se consigue que la "jornada" del ave siga poco más o menos la del avicultor y la caseta esté en todo momento mejor atendida al no tener que levantarse excesivamente temprano, ni ocuparse de las últimas faenas demasiado tarde. Esta práctica tiene también la ventaja de que el avicultor no tendrá que preocuparse de consultar en calendarios la hora en que sale el sol y se pone, lo que representa una comodidad grande, dada la variación continua a lo largo del año. Dada la cantidad de horas que el ave ha de tener, se ajusta el reloj para que encienda por la mañana a la hora escogida, y para que apague a la que corresponde para tener esa cantidad, el apagado cuando ya es de día y el encendi

do por la tarde se puede hacer manualmente si se desea.

Es indudable que el uso del reloj de encendido y apagado automático es una inversión rentable. (7)

Actualmente hay bastantes modelos y resultan muy económicos, por lo que creemos que interesa disponer de ellos para no tener que estar pendiente del encendido manual que resulta poco menos que impracticable.

Aunque siempre se habla de la salida y puesta del sol como puntos de referencia para suministrar la luz artificial, conviene recordar que hay que tener presente las particularidades de cada día, pues el que el día sea despejado o esté nublado puede variar bastante los momentos de encendido y apagado por la tarde y mañana, respectivamente. Por esa razón puede ser interesante disponer de reloj automático, de forma que sólo haga el encendido por la mañana y el apagado por la tarde -como se mencionó anteriormente- dejamos las otras dos operaciones para que las haga manualmente el cuidador, pues aparte de no tener que preocuparse por ajustar el reloj, según variaciones de la longitud del día le queda a su juicio, el prolongar la luz por la mañana o encender antes por la tarde, según las condiciones atmosféricas.

Cuando se tenga una cantidad total de horas luz a lo largo de la vida del animal, el ajuste del reloj es muy simple y bastará con hacer uno para siempre -al seguir la práctica del encendido y apagado que se recomienda-. Si hay que variar progresivamente la luz, aumentándola ó disminuyéndola, habrá que ajustar cada semana el encendido de la mañana ó el apagado por la noche, ó ambos no teniendo que ocupar para nada de la disminución o aumento del día, si al iniciar la cría o la puesta se ajusto bien el horario inicial, en vistas a lo que sería esa variación a lo largo de la vida del animal.

Para realizar el apagado manual por las mañanas cuando ya hay luz, y el encendido por la tarde, lo mismo que si se quiere tener alguna caseta sin luz cuando se tienen varias regidas por el mismo reloj, para que cuando esté -

conectado se pueda apagar a voluntad.

Por otra parte también puede resultar interesante -- disponer uno en derivación con el reloj para el cometido-- contrario, es decir, para encender cuando el reloj esté-- desconectado. De esa forma tenemos flexibilidad conveniente para mayor facilidad en toda situación.

Sobre los planes de iluminación, el mismo autor afirma que, como lo que se busca es un rápido y máximo creci miento en un tiempo determinado, parece razonable que cualquier tipo de programa intensivo de iluminación favorecerá a aquel. Cuanta más luz se dé a los pollos, parece - que tendrán más posibilidades o tiempo de comer, aparte - de otras posibles estimulaciones, y crecerán más rápida - mente, aunque quizá sin una mejora en la transformación - del pienso. En efecto, en la mayoría de las experiencias- se han llegado a obtener mejores rendimientos, en precocid ad en aves sometidas a luz continua, dando iluminación - artificial toda la noche, que en aves sometidas sólo a la luz natural.

Sin embargo, cuando la iluminación continua se ha real izado a base de una intensidad muy elevada algunas vece s se ha observado que, junto con un mayor crecimiento, - se han registrado diferentes transtornos, entre los que - cabe destacar los oculares, como segueras parciales ó totales, y de tipo gástrico. Por consiguiente en principio- podemos indicar ya que el sistema de iluminación continuo y de alta intensidad no es recomendable, ya que podríamos perder por un lado lo que intentábamos ganar por otro.

Descartando ya el efecto de las altas intensidades - de iluminación y concretandolos sólo a bajas intensidades señalaremos que a pesar de haber realizado numerosas experi encias al respecto, existe una gran discrepancia entre- los resultados obtenidos por los diferentes invetigadores.

En efecto, desde las experiencias que han demostrado que tanto para el crecimiento como para para la conversión del pienso era mejor un plan de iluminación continua--

día y noche, hasta las que nos indican que con 9 ó 12 horas diarias de luz es suficiente, como máximo, para obtener un buen resultado, media un profundo abismo.

Analizando detenidamente las experiencias más modernas, en las cuales, conjuntamente con el horario de iluminación se consideró una baja intensidad del orden de los 5 a los 10 lux, es evidente que:

- 1) la mínima duración de la jornada debiera ser de 12 horas.
- 2) a partir de las 3 ó 4 semanas de edad de los pollos se requiere una menor duración del día.
- 3) el dejar actuar a la luz natural sola en ciertos momentos del año, no es recomendable para conseguir el máximo estímulo en el crecimiento.
- 4) el dar iluminación continua durante 23 horas al día y una hora de oscuridad para que los pollos se acostumbren a ella y no sufran una alarma si falla el suministro de luz, parece lo más aconsejable.
- 5) la iluminación alterna de 1 a 2 horas con iguales periodos o algo menores de oscuridad en gallinos sin ventanas parece ser, al menos, tan útil en ellos como la iluminación continua.

A efectos prácticos, diremos que en explotaciones inglesas el ambiente controlado lo más corriente es dar 23 horas luz diarias, con una hora de oscuridad, suministrando aquella a base de una intensidad muy baja. En cambio en las granjas españolas de broilers que siguen un mejor manejo -la mayoría con ventanas- es más corriente suplementar la luz natural con la artificial para conseguir de 16 a 18 horas diarias y luego dar por la noche una intensidad muy baja -del orden de 2 a 5 lux- para proporcionar a los pollos un cierto descanso. Aunque no posemos evidencia experimental propia en éste terreno, creemos que la última norma está muy desencaminada, siempre que se tenga presente el dar un corto periodo de oscuridad para acostumbrar a ella a los pollos. (7)

C. Dobson , afirma en su tratado sobre los "broilers" que la iluminación es un problema muy discutido y en el - cual las opiniones y las prácticas difieren ampliamente. Fundamentalmente, no obstante, es aceptado por la mayoría de los criadores que, aparte de los sistemas en que alternan los periodos de luz y oscuridad, después de la primera semana o de los diez días, los "broilers" necesitan un día de 16 horas de luz, igualmente distribuida, con la intensidad adecuada, para mantenerlos comiendo, aunque disminuida para su reposo. Durante las ocho horas restantes es necesaria una luz débil para evitar que los pollos se asusten. Esto indudablemente, reduce los riesgos de pica-je y canibalismo, y a menudo hace innecesaria la práctica de cortar los picos.

Cualquiera que sea el sistema de iluminación adoptado, es prudente tener mucha luz durante el periodo inicial de diez días, pero para reducir la posibilidad de sustos posteriores, si la luz se apagara por alguna razón, - es aconsejable acostumar a los pollos a la oscuridad durante este tiempo, apagando las luces y teniendo a los pollos en completa oscuridad una hora cada día. Aparte de - reducir el peligro de que se asusten, éste es el primer - paso para acostumar a los pollos al próximo programa de iluminación restringida. (10)

Muchos criadores prefieren el alumbrado por tubos -- fluorescentes, ya que éstos proporcionan una distribución de la luz más regular que las lámparas de filamento, además de que son más económicos. En la práctica, no obstante, cualquiera que sea la fuente luminosa no es fácil proporcionar una luz igual y sin sombras en todos los puntos del local, y por ello, muchos criadores, prefieren dos ó tres filas de lámparas de filamento de poca intensidad -- con interruptor para el control, resultando así tres intensidades de luz diferentes. (23)

Otro punto en el cual las opiniones no coinciden es en el color de la luz. Sin embargo parece claro que es -- preferible la luz roja a la blanca y a todas las demás en el caso de que a los pollos no se les haya despuntado el-

pico, ya que el picaje y el canibalismo son menos frecuentes con ésta luz. Es práctica de muchos criadores emplear luces azules en el momento de coger los pollos, ya que las aves no ven con ésta luz, y por tanto, la operación se hace con menos algarabía y más cómodamente.

En las instalaciones de ventilación natural, con la entrada de aire por las ventanas, el control de la intensidad y del color de la luz es, a veces, un problema, ya que la mayor intensidad de la luz diurna se alcanza precisamente en los momentos en que es necesaria una ventilación mayor y, por tanto las ventanas han de estar completamente abiertas.

En tales circunstancias, aún con ventanas de postigos naturales ennegrecidas por fuera o pintadas de rojo, la cantidad de luz reflejada que penetrará dentro del local puede ser la suficiente para dar origen al picaje si se trata de pollos a los que no se ha despuntado el pico.

Algunos constructores de instalaciones para "broilers", han resuelto éste problema de excesiva luz colocando una cubierta o persiana en cada ventana y manteniéndola extendida casi hasta el nivel del suelo. No obstante hay quien no está de acuerdo, ya que de éste modo se aumentan los obstáculos al movimiento del aire y por consiguiente, se reduce la cantidad del mismo que penetra a través de las ventanas en condiciones naturales.

El mismo autor sobre los sistemas de iluminación restringida, afirma que, las instalaciones sin ventanas ó de "ambiente controlado", se prestan perfectamente a varios sistemas de iluminación, y aquí, de nuevo, difieren las opiniones acerca de cual es el mejor. Algunos criadores propugnan la luz roja con alguna variación de intensidad adaptada al día y a la noche. Por el contrario, el siguiente programa de restricción de la iluminación, o alguna variante de él, ha sido defendido por muchos criadores alegando que rinde el mayor provecho por centímetro cuadrado de superficie.

El sistema consiste en alternar los periodos de luz -

roja con los de oscuridad, en ciclos de 4 horas, comenzando con tres horas de luz roja y una hora de oscuridad --- cuando los pollitos tienen aproximadamente diez días, y--- cambiando gradualmente a una hora y media de luz roja y --- dos horas y media de oscuridad en los estadios posteriores. Si se adopta éste sistema, es necesario que los pollitos se acostumbren a éstos periodos de oscuridad desde el principio, en la forma que se mencionó con anterioridad.

Tales formas rígidas de control del medio ambiente son, no obstante, realizables solamente cuando el suministro de fluido eléctrico está asegurado. De tal forma que si la corriente falla por alguna circunstancia, esto puede producir serios inconvenientes. Para evitar este riesgo, muchos criadores, que practican este sistema, instalan un alumbrado complementario de emergencia, accionado por una batería o un generador. Los que emplean el gas para las criadoras suelen tener mecheros de gas en posiciones adecuadas en el local para ponerlos en uso en el momento en que la electricidad falle. (10)

3.1) LOCALIZACION DEL EXPERIMENTO.

El presente estudio, fué realizado en las instalaciones para engorda de aves, propiedad de la empresa Mezquitil del Oro, S.A., situadas en las cercanías de la población de San Marcos, Jalisco. Teniendo 21°01' de latitud--norte, y 102°10' de longitud oeste del meridiano de Greenwich, y una altura sobre el nivel del mar de 2046 m.

Colindando al norte con el poblado de San Marcos, al este con la población de Etzatlán, al oeste con San Felipe, perteneciendo éstos a la entidad política de Jalisco.

El centro semi-urbano más próximo, es la población - de Etzatlán.

CLIMA :

De acuerdo con el sistema de clasificación climática de Köppen, modificado por E. García en 1964 para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana, la zona--- donde se realizó el estudio le corresponde la fórmula climática de  $A_{w_1}$  .

Sabiendo que la fórmula climática, es la serie de -- símbolos ó letras que definen las características de temperatura y precipitación, determinando el clima de una zo na específica.

La fórmula climática  $A_{w_1}$  pertenece al grupo de los - climas cálidos A , temperatura media anual mayor de 22°C y la del mes más frío, mayor de 18°C.

LETRA O  
SIMBOLO:

SIGNIFICADO:

$A_{w_1}$  = Intermedio en cuanto a grado de hu medad, entre  $A_w$  y el  $A_{w_1}$  , con -- lluvias en verano, con un cociente P/T (precipitación total anual, en mm. sobre la temperatura media anu al en °C) entre los 43.2 y 55.3 .

DATOS METEOROLOGICOS :  
(INFORMACION DE LA SARH)

	NOV.	DIC.	UNIDADES
Precipitación media	12.7	33.4	mm.
Precipitación máxima	22.5	51.4	mm.
Precipitación mínima	0.0	0.0	mm.
Despejados promedio	26.0	17.7	días.
Despejados máximos	28.0	25.0	días.
Nublados promedio	1.5	6.5	días.
Nublados máximos	4.0	11.0	días.
Vientos dominantes	W-3	W-2	Km/h.
Heladas promedio	1.8	1.6	días.
Heladas máximas	3.0	7.0	días.
Neblina promedio	5.6	3.1	días.
Neblina máxima	11.0	7.0	días.
Nevada promedio	0.0	0.0	días.
Nevada máxima	0.0	0.0	días.
Rocio promedio	6.2	4.0	días.
Rocio máximo	16.0	10.0	días.
Temperatura media	22.0	20.0	°C.
Temp. máxima promedio	28.0	28.0	°C.
Temp. mínima promedio	14.0	10.0	°C.
Humedad relativa	90.0	90.0	%.
Evaporación media	110.0	90.0	mm.

Temperatura mínima promedio en el mes más frío = 12 °C.

Mes de ocurrencia de la temperatura máxima = Mayo.

Temperatura máxima promedio en el mes más cálido = 36 °C.

Insolación media anual = 2600 hr.

Presión media anual reducida a 1500 m., snm. = 845 milibar.

LLuvia media anual = mayor de 750 mm.

Invierno bastante seco.

Salida del sol.	Puesta del sol.	Total de ilum.
-----------------	-----------------	----------------

6:55 a.m.	18:17 p.m.	12 hrs. 22'.
-----------	------------	--------------

7:10 a.m.	18:12 p.m.	11 hrs. 22' .
-----------	------------	---------------

Horas de iluminación solar durante los meses de Noviembre y Diciembre.

## FLORA:

La flora característica formada por variedades de -- pastos típicos de las grandes llanuras de América del Nor te.

Las condiciones climatológicas que dan lugar a su -- formación, son veranos calientes, e inviernos fríos, con precipitaciones pluviales moderadas -- como mencionamos con anterioridad-- que no ocasionan lavado excesivo. La capa -- freatica está baja, por lo que casi siempre ejerce muy po ca o ninguna influencia sobre el suelo.

La vegetación observada en la zona en que se realizó el presente trabajo se anota a continuación:

NOMBRE COMUN.	NOMBRE TECNICO.
Eucalipto	Eucaliptus Colbulus.
Trueno	Ligustrum Japonicum.
Casuarina	Casuarina Equisetifolia.
Pirul	Schinus Mollis.
Fresno	Fraxinus Excelsior.
Aceitilla	Bidens Leucantha.
Mala mujer	Wigandia Caracasana.
Quelite	Citenopodium spp.
Mezquite	Prosopis Juliflora.
Huamuchil	Acacia Tetraphylla.

## FAUNA:

Los animales más comunes en la zona:

NOMBRE COMUN.	NOMBRE TECNICO.
Conejo silvestre	Basaricus leptus.
Jabalí	Cicotyla Tapasu.
Venado común	Cervus Virginatus.
Zorrillo	Mephitis Bicolor.
Iguana	Iguana Rinolopha.
Ardilla	Sciurus Hypopyrphus.

### 3.2) INSTALACIONES:

#### 3.2.1) TIPO DE NAVE Y DIMENSIONES:

pensando en el tipo - de producción, es necesario tener en cuenta una serie de factores. Fundamentalmente, las instalaciones deben ser - de tal forma que las aves puedan mantenerse abrigadas en un ambiente cálido y libre de corrientes de aire durante el invierno, y por el contrario, durante las épocas calurosas debe permitir una aereación y un refrescamiento de la atmósfera, sobre todo cuando las aves están próximas - al final de su ciclo.

Anotámos a continuación las dimensiones y algunos de de talles de construcción complementarios, de las casetas -- "tipo" en que se realizó el estudio:

Longitud	160 m.
Anchura	10 m.
Superficie	1600 m <sup>2</sup> .
Altura central	3.45 m.
Altura de aleros	2.45 m.
Alt. muro lateral	0.50 m.
Altura de ventanas	1.95 m. (tela de alambre).
Número de estructuras	32.
Separación entre estas	5.00 m.
Número de puertas laterales a cada lado	12.
Anchura de puertas	.90 m.
Altura de puertas	2.00 m.
Número de puertas principales	2.

El color de las puertas y estructuras es rojo.

La forma del techado es del tipo "doble agua", siendo de lámina acanalada galvanizada.

Las ventanas -de tela de alambre- protegidas por una cortina de lona, color oscuro, manipulándose -ésta última-

en los extremos, por medio de una polea de seguridad, de la que se obtiene un movimiento vertical de la cortina, de arriba hacia abajo, para descubrir, y de manera contraria para cubrir.

Las esquinas hechas a  $90^\circ$ , ofreciendo un menor grado de seguridad que las del tipo redondeado, en un posible apelmazamiento, ocasionado por algún motivo extrínseco.

Es importante mencionar que el material del piso es tierra, habiendo colocado encima una capa de olote molido.

### 3.2.2) CAMA.

Además de proporcionar una superficie al suelo en la cual las aves puedan vivir y prosperar, las camas tienen la finalidad de actuar como aislantes, evitando pérdidas de calor a través del suelo, y lo que es más importante absorben y controlan la humedad.

El material de la "yacija" fué olote molido, ya que es el más económico en la zona.

El espesor de ésta se encontró entre los 10 y 15 cm. como promedio en las casetas.

Se utilizó de una manera total la cama de las engordas anteriores en cada nave, ya que de éste modo los pollos adquieren aparentemente una mayor resistencia a la coccidiosis, además de ser una buena medida económica.

Fué necesaria una semisterilización de las camas, - removiéndolas y aplicando calor para destruir organismos perjudiciales.

### 3.2.3) SISTEMA DE CALEFACCION.

Se utilizaron criadoras a base de agua caliente, calentada por medio de una caldera de diesel, siendo el costo de calor por pollo mínimo, y como la caldera supone una gran reserva de calor, éste sistema proporciona tanto calor local a los pollos que se mantienen confinados debajo de los tubos por donde circula el -

agua caliente, como calefacción a todo el local cuando ésta es necesaria, sobre todo en los meses invernales.

Una ventaja de éste tipo de criadora es que los productos de combustión van a parar fuera de la instalación y no dentro del ambiente en que viven los pollos.

El sistema de calefacción consiste en seis tubos de dos pulgadas de diámetro, colocados a 0.45 m. sobre la yacija y a lo largo de la caseta.

Por encima de ésta hilera plana de tubos, se colocó una serie de laminas de asbesto planas, y encima de éstas una capa poco profunda del mismo material de la cama, funcionando como aislante, a fin de que los pollos reciban la mayor cantidad de calor posible. A los lados se colocaron plásticos a lo largo de toda la tubería, con la finalidad de guardar el máximo de calor debajo de los conductos destinados a calefacción, lugar donde el pollo se mantiene durante las primeras semanas de su desarrollo.

La temperatura marcada por el termómetro existente en cada caseta, casi a nivel de piso, fué de 30°C, durante las primeras semanas en que se utiliza la calefacción, cortándose a los 24 días.

#### 3.2.4) ILUMINACION.

El capítulo siguiente dedica mas profundidad al problema de la iluminación, ya que éste es el factor a estudiar en la presente investigación, por lo que respecta a ésta parte del capítulo, mencionaremos los detalles descriptivos de las instalaciones.

Se utilizaron un total de 256 focos normales, con una potencia de 40 w, cada uno, siendo el número de focos en cada una de las casetas de 64, colocados a cada 5.0 m. y distribuidos a lo largo de toda la sala en dos líneas. La altura de los focos al piso es de 2.20 m., toda la instalación es externa, teniendo la ventaja de detectar rápidamente algún desperfecto en ésta. Por la posición de los focos se forman cuadrados regulares entre sí. El encendido y apagado fué regido por reloj automático.

### 3.2.5) COMEDEROS.

El sistema de comederos es bastante sencillo el alimentador principal de éstos es una tolva de 15 toneladas, (una para cada caseta) estas tolvas alimentan por medio de conductos plásticos, un depósito distribuidor, a su vez, conectado con una tubería que en su interior tiene un mecanismo en forma de espiral, por el que distribuye el alimento a los comederos. El número de líneas alimentadoras por caseta es de tres, cada línea tiene 187 comederos en forma de platos, con divisiones para quince pollos cada uno, la separación entre platos es de 0.45 m, teniendo un diámetro de 0.35 m, dándonos un total de 561 platos en cada sala.

El control que rige el llenado de los platos, funciona automáticamente, en cuanto falta alimento al último, éste, acciona un interruptor conectando los dispositivos del depósito distribuidor, para que a su vez, por medio de engranes funcione la espiral que se encargará de llenar nuevamente cada plato.

La altura de éstos es regulable, conforme el pollo se va desarrollando, ésta operación se realiza manualmente.

### 3.2.6) BEBEDEROS.

La distribución del agua, es por medio de bebederos de copa y plasón, el líquido se deposita en tinacos de una capacidad de 1100 litros, (uno para cada nave) teniendo una altura de 6.0 m. sobre el nivel del piso. Por medio de tubería, el agua baja hasta un filtro, de ahí, a un sistema de manómetros, (que controlarán la presión del agua) . Existen dos líneas de bebederos en cada caseta, la separación entre cada copa es de 0.45 m, y el diámetro de los mismos, es de .065 m. Cada línea contiene 291 copas, dando un total de 582 recipientes por nave.

El funcionamiento de éstos es automático, en el fon-

do de la copa, -sostenida sobre la red principal- existe un accionador en forma esférica, que a la menor presión ejercida sobre éste deja salir el líquido.

La altura es variable dependiendo de la edad y estatura del ave.

Esta operación, se realiza manualmente.

### 3.2.7) HIGIENE.

Es indudable que todos los criadores estén de acuerdo en que la higiene es indispensable para el buen éxito de la empresa. Esto supuesto, no parece lógico que muchos se conformen con una limpieza deficiente a la hora de preparar la instalación para una nueva partida de pollo destinada a engorda.

La limpieza no es igual en el caso de que parte o el total de las camas viejas se dejen para usarse de nuevo, que si todas ellas son sustituidas. No obstante, limitarse a quitar el polvo visible no es suficiente, y puede ser en un momento dado peligroso.

Además de quitarse el polvo y la suciedad de las instalaciones y equipo, hay que lavar adecuadamente.

La limpieza se realizó fumigando las casetas totalmente utilizando un producto comercial esterilizante.

En la entrada a cada una de las naves de cría, se colocó un recipiente con desinfectante. Los operadores y todas las personas que entraron por algún motivo a las casetas, utilizaron calzado especial, para prevenir alguna posible infestación en los locales.

Se cuenta también con una fosa, situada a una distancia considerable, para desechar, tanto las aves muertas, como los despedidos que pueden ser nosivos para la salud de las aves, como para las personas que habitan en los alrededores de los locales de engorda.

### 3.3) MODELO MATEMATICO UTILIZADO.

Se utilizó el sistema de correlación simple, ó grado-de relación entre las variables, estudiada para determinar en qué medida una ecuación lineal describe ó explica, de una forma adecuada la relación entre éstas.

X, Y, denotan (como se puede apreciar en el apéndice) las dos variables que se consideran, un diagrama de dispersión muestra la localización de los puntos  $(X_n, Y_n)$ , en un sistema de coordenadas.

Los puntos en los mencionados diagramas, se encuentran cerca de la recta ideal, por lo que es una correlación lineal, y al mismo tiempo positiva ó directa, al incrementar se Y, cuando se incrementa X.

FORMULA PARA EL CALCULO DE r;

$$r = \frac{\sum XY - \frac{(\sum X)(\sum Y)}{n}}{\sqrt{\left(\sum X^2 - \frac{(\sum X)^2}{n}\right)\left(\sum Y^2 - \frac{(\sum Y)^2}{n}\right)}}$$

Siendo la correlacion para cada tratamiento como a continuación se describe:

PARA EDAD DEL AVE EN DIAS (X), E INCREMENTO DE PESO (Y):

TRATAMIENTO	r	No. de horas de Luz.
1	.9793688	16
2	.9876	18
3	.97998473	20
4	.975951	22

Se puede observar un índice de correlación aceptable, siendo el mejor el que presentó el tratamiento No. 2.

(cf. IX, 1 - 4).

PARA INCREMENTO DE PESO (X), Y CONSUMO DE ALIMENTO (Y):

TRATAMIENTO	r	No. hrs. de luz.
1	.9754	16
2	.9730	18
3	.9821	20
4	.9586	22

El índice de correlación es aceptable, presentando el mejor el tratamiento No.3

(cf. IX, 5 - 8).

PARA EDAD DEL AVE EN DIAS (X), Y CONSUMO DE ALIMENTO (Y):

TRATAMIENTO	r	No. hrs. de luz.
1	.9945	16
2	.9789	18
3	.9618	20
4	.9780	22

El índice de correlación es aceptable, siendo el mejor el presentado por el tratamiento No. 1.

(cf. IX, 9 - 12).

Basandonos en los datos muestrales, se estimó el valor de la variable Y, correspondiente a un valor dado de una variable X, obteniendo así la regresión ó estimación de una variable, presentada por una recta, como aparece en el apéndice, en la sección correspondiente .

Siendo la fórmula de la recta;

$$Y = b_0 + b_1 X.$$

Donde  $b_1$ , representa la pendiente de la recta.

Para obtener  $b_1$ , se utilizó la siguiente fórmula:

$$b_1 = \frac{\sum X - \frac{(\sum X)(\sum Y)}{n}}{\sum X^2 - \frac{(\sum X)^2}{n}}$$

dandonos los resultados para los diferentes tratamientos, como se describe a continuación:

PARA EDAD DEL AVE EN DIAS (X), E INCREMENTO DE PESO (Y):

TRATAMIENTO	$b_1$	No. de hrs. de luz.
1	.0283	16
2	.0284	18
3	.0268009	20
4	.028736	22

(cf. IX, 1 - 4).

PARA INCREMENTO DE PESO (X), Y CONSUMO DE ALIMENTO (Y):

TRATAMIENTO	$b_1$	No. de hrs. de luz.
1	.6139	16
2	.6254	18
3	.69131	20
4	.62336	22

(cf. IX, 5 - 8).

PARA EDAD DEL AVE EN DIAS (X), Y CONSUMO DE ALIMENTO (Y):

TRATAMIENTO	$b_1$	No. de hrs. de luz.
1	.01799	16
2	.0184	18
3	.0189	20

(cf. IX, 9 - 12).

### 3.4) METODOLOGIA DEL PROGRAMA EN ESTUDIO:

#### DESCRIPCION Y DISTRIBUCION DE LAS AVES UTILIZADAS:

Se utilizaron un total de 111,300 aves, de la raza - Indian River. La duración del experimento fué de ocho semanas y dos días, siendo la fecha de inicio de la engorda el 3 de Noviembre de 1978, (fecha de nacimiento) y el sacrificio, el 4 de Enero de 1979.

La distribución de las aves, se realizó en cuatro casetas, (con las características anteriormente mencionadas) alojando un número de pollos, como se describe a continuación:

Caseta número 1	27,800 aves.
Caseta número 2	27,700 aves.
Caseta número 3	28,000 aves.
Caseta número 4	27,800 aves.

Las aves en su totalidad, fueron despicadas el día - de su nacimiento, simultaneamente se vacunaron contra la enfermedad de Newcastle y Bronquitis aviar, por via ocular.

El despicado se llevo a cabo en ésta etapa del desarrollo del pollo, porque, el trabajo que representa el apresar las aves y someterlas a ésta operación, es más complicado cuando cuenta con mayor edad provocando algún --- "stress".

El procedimiento para el despique, que se llevo a cabo fué seccionando una tercera parte del maxilar superior y despuntar ligeramente el inferior, apoyando el dedo pulgar sobre la parte alta de la cabeza del ave, colocando - el índice en la garganta, evitando de esta forma el cortar la lengua. El corte fué hecho a bisel, es decir, en el maxilar superior, de arriba a abajo, y hacia la parte interior, y en el maxilar inferior, en sentido contrario apoyando unos segundos los extremos seccionados contra la hoja al rojo vivo de la máquina cortapicos, para restre--

ñar la pequeña hemorragia que se pueda producir.

### 3.4.2) RECEPCION DE AVES.

Los pollos, en su totalidad, fueron transportados desde la incubadora hasta la granja, el mismo día de su nacimiento, en charolas de cien pollos cada una, en vehículos acondicionados.

Las casetas estaban previstas con todo el equipo necesario de crianza, preparado y dispuesto en su lugar, no dejando nada para última hora, puesto que las improvisaciones, suelen dar mal resultado.

Como ya se mencionó con anterioridad, la caseta fue lavada, barrida, desinfectada y fumigada, dejándola descansar unos días.

El día anterior a la llegada de las aves, se comprobó el funcionamiento de las criadoras, dejándose encendidas para ambientar el local, ya que se trata de una cría durante la época mas fría del año.

Los pollos se sacaron de las cajas tan pronto como llegaron a la granja, pues de ninguna manera conviene prolongar su encierro.

Para evitar la deshidratación de los pollos, los bebederos automáticos se dejaron en el interior que delimitó un cerco (de .60 m.) de lámina galvanizada, lugar donde las aves se mantuvieron durante la primera semana de desarrollo. Igualmente, se colocaron charolas con alimento disponible, para que el pollo no ingiera partículas del material de la "yacija".

Se vigiló meticulosamente la temperatura guiándonos más por el comportamiento del ave, que por los termómetros. Procuramos no guiarnos por impresiones subjetivas cuando se realizaron trabajos dentro de la nave, porque como ya mencionamos anteriormente- es posible que el hombre no sienta frío, pero el ave sí.

Los cercos -colocados a lo largo de la caseta-, se abrieron por mitad al quinto día, y se retiró completamente al séptimo día, poniendo en marcha oportunamente los -

comederos automáticos, puestos al nivel de piso, retirando solo una parte de las charolas con alimento, con la finalidad de que el ave se habitue facilmente a los nuevos.

Para evitar posibles enfermedades en las vias respiratorias, ó bien amontonamientos, se cuidó el que no hubiese entradas de corrientes de aire a nivel del suelo.

### 3.4.3) PROGRAMA DE ILUMINACION.

Para conseguir un crecimiento rápido, es necesario consumir cantidades considerables de alimento, en un espacio de tiempo relativamente corto, que ha de emplearse en crecer y no en actividades innecesarias.

Igualmente mencionamos con anterioridad, que las aves pueden consumir alimento durante los periodos de oscuridad, pero el consumo es lógicamente mayor cuando existe luz.

Se evitó la luz directa del sol, porque excita demasiado a las aves, aumentando la vivacidad y peleas, favoreciendo el picaje y el canibalismo.

El periodo de iluminación efectuada en las diferentes casetas, (cada una con un número de horas de iluminación desigual) pretende buscar un horario de iluminación ideal para ésta época del año, tan desfavorable para el desarrollo óptimo del animal, ya que el factor clima, importantísimo, actua en contra.

El programa de iluminación fue el siguiente:

se utilizó un número de horas luz, proporcionada por una fuente de iluminación artificial, para prolongar la duración de la luz diurna, y poder así, establecer comparaciones con respecto al programa que se utilizó como testigo.

Los programas que se describen a continuación funcionaron paralelamente, teniendo una duración diferente conforme al número de horas/luz, pero igual en cuanto al número de días.

## ACCION FISIOLOGICA DE LA ILUMINACION:

Sentido de la vista: el ojo está formado por dos segmentos de esfera. El segmento mayor, está en la parte posterior y se manifiesta al exterior por la esclerótica o "blanco del ojo". En la parte anterior el segmento pequeño de la esfera, es lo que se llama la córnea, que es la porción transparente del ojo. La retina, que es el origen del nervio óptico, contiene los conos y bastoncitos, receptores de los estímulos luminosos. Estos estímulos recibidos en la retina llegan por el nervio óptico hasta el cerebro, donde se interpretan como imágenes visuales. El iris es la estructura pigmentada del ojo que forma una cortina para regular la cantidad de luz que tiene que entrar en el ojo. La pupila es el orificio aproximadamente situado en el centro del iris. La pupila se dilata por un mecanismo reflejo siempre que la intensidad de la luz disminuye.

Fisiología de la visión: Los rayos de luz enviados por un objeto situado a más de siete metros de distancia se supone que penetran en el ojo casi paralelos; si el cristalino está en reposo, forman el foco en la retina donde componen una imagen invertida.

La retina como ya se mencionó, contiene dos clases de receptores para la luz: los conos y los bastoncitos. Debido a que la zona central de la retina (mácula lútea), solo contiene conos, está especializada para la visión de tallada y la diferenciación de colores, funciones que requieren bastante iluminación. Los bastoncitos, por el contrario, predominan en la zona periférica de la retina, por lo que son más útiles en la visión cuando la iluminación es más escasa.

La rodopsina (púrpura visual) es el pigmento necesario para los cambios fotoquímicos que transforman las ondas luminosas en impulsos nerviosos en los bastoncitos, extremadamente sencibles a pequeñas cantidades de luz en la visión nocturna. La rodopsina se sintetiza en ausencia de luz en retineno (pigmento afín al caroteno) y una mole

cula proteínica. El retineno, a su vez, puede ser convertido en vitamina A.

Una exposición corta a la luz intensa produce más retireno que vitamina A. La consiguiente adaptación a la oscuridad, es más rápida en estos casos que despues de una larga exposición a la luz tenue, lo que produce más vitamina A y requiere más tiempo para la resintetización de la rodopsina, debido a que entonces se requieren dos fases.

La adaptación a la luz ocurre cuando el ojo está expuesto a la de gran intensidad. Al comienzo los rayos luminosos intensos son deslumbrantes, pero el ojo se adapta con rapidez por contracción de la pupila y degradación del fotopigmento. La iluminación a la luz fuerte lleva el funcionamiento de los conos, de lo que resulta mayor agudeza visual y facultad de deferenciar los colores.

La única diferencia entre las sustancias fotoquímicas de los bastones y los conos está en las opsinas (la fracción proteínica). Cuando hay escotopsina en los bastonds, hay fotopsina en los conos. El retineno de ambas es igual. (13)

#### ACCION FISICA DE LA ILUMINACION:

En las modernas lámparas de incandescencia, el filamento es una bobina de fino hilo de wolframio. Se introdu ce un gas inerte tal como el argón para reducir la evaporación del filamento. El tamaño de las lámparas de incandescencia varía dependiendo de la potencia.

En todas las lámparas se suministra energía eléctrica, y se obtiene radiación. La energía radiante emitida por unidad de tiempo se denomina potencia radiante o flujo radiante. No toda la potencia eléctrica se transforma en flujo radiante; parte se pierde por conducción y convección caloríficas y por absorción. Del flujo radiante restante, sólo una pequeña fracción se encuentra dentro del intervalo de los ngititudes de onda (400 a 700 milimicras) -- que evoca la sensación visual del ojo normal.

La parte del flujo radiante que afecta al ojo se de nomina flujo luminoso. (25)

TOTAL DE HORAS LUZ DIARIAS POR CASETA;

CASETA No.	HORAS LUZ / DIA.
1	16
2	18
3	20
4	22 TESTIGO.

La iluminación fué de 1.6 watts / metro cuadrado.

El cálculo de intensidad de iluminación por nave se describe a continuación:

el lúmen es el flujo que se recibe durante un segundo en una superficie de un metro cuadrado.

Partiendo de que la intensidad de iluminación, es igual, al número de puntos de luz, multiplicado por el flujo luminoso, por el factor de utilización, todo esto dividido entre la superficie del local multiplicada por el factor de depreciación, tenemos que:

$$E = \frac{N \phi n}{S d}$$

Siendo N igual a 64.

$\phi$ , flujo luminoso para lámparas incandescentes, con una potencia de 40 wattios, es igual a 490.

n, factor de utilización para una superficie mayor de 700-metros cuadrados, a una altura (los focos) de 2.20 metros sobre el nivel del piso, teniendo paredes oscuras nos da un valor de .67 .

S, superficie de 1,600 metros cuadrados.

d, factor de depreciación para instalaciones de mucho tiempo de funcionamiento, en las que se acumula una conside

rable cantidad de polvo durante la engorda, es igual a-  
2.5 .

Por lo tanto tenemos que:

$$E = \frac{(64) (490) (.67)}{(1,600) (2.5)}$$

$$E = 5.25 \text{ Lux.}$$

#### HORAS DE LUZ ARTIFICIAL Y HORAS DE LUZ DIURNA/DIA/NAVE.

CASETA No.	LUZ ARTIFICIAL.		LUZ DIURNA.	
	Hrs.	/ día.	Hrs.	/ día.
1		5		11
2		7		11
3		9		11
4 TESTIGO		11		11

#### HORARIO DE ENCENDIDO Y APAGADO DE LAS LUCES / DIA / NAVE.

CASSETA No.	PRENDE LUZ automático		APAGA LUZ manual		PRENDE LUZ manual		APAGA LUZ manual	
	Hrs.	am.	Hrs.	am.	Hrs.	pm.	Hrs.	pm.
1	3:00	am.	7:30	am.	18:30	pm.	19:00	pm.
2	3:00	am.	7:30	am.	18:30	pm.	21:00	pm.
3	3:00	am.	7:30	am.	18:30	pm.	23:00	pm.
+4	3:00	am.	7:30	am.	18:30	pm.	01:00	am.

#### 3.4.4) POBLACION.

Bundy menciona en su tratado de "Producción Avícola",- que la aglomeración de los pollitos en la sala de crianza, retarda el crecimiento, aumenta el peligro de las enfermedades y puede conducir a esos dos vicios que son el canibalismo y el deterioro de las plumas por piquetes.

El número de centímetros cuadrados de espacio en el piso por pollito, está en relación con el tiempo que deben estar confinados. (5)

Sin embargo W. M. Alicroft, menciona que la moderna industria del "broiler" ha logrado costos muy bajos de produ

cción al realizarla por métodos masivos.

Sabemos bien que la unidad de población es otro de los factores que pueden influir en la velocidad de crecimiento y en el consumo de alimento.

Se recomienda una superficie por ave de 900 centímetros cuadrados, con la finalidad de mantener la "yacija" con el menor índice de humedad evitando la coccidiosis. (2)

### 3.4.5) MANERA DE REALIZAR LA TOMA DE PESO.

Semanalmente se tomó el peso de una cantidad representativa de cada nave, concretamente se pesaron el 1 % semanal de la población viva de cada caseta. Para efectos de cálculos estadísticos, el número total de aves a pesar semanalmente se dividió en cinco grupos, cada grupo se pesó en una puerta diferente de la nave, a fin de establecer el peso medio semanal por caseta, teniendo en cuenta la proporción siguiente: por cada diez pollos pesados, había siete hembras y tres machos, con la finalidad de establecer un patrón.

Se utilizaron jaulas del tipo "Americano", de madera, con las dimensiones siguientes:

longitud 1.10 m.

anchura 0.80 m.

altura 0.30 m.

Cada una con capacidad para veinte aves adultas.

Para apresar las aves se utilizó una pequeña pared de lámina, que se colocaba a manera de cerco, esta operación se realizó de una manera tranquila con la finalidad de evitar cualquier "stress" en el pollo.

Se utilizó una báscula de una capacidad para 200 kilogramos.

Como ya se mencionó con anterioridad, la "yacija" fue de olote molido sobre tierra. Para no tener problemas con la nivelación de la báscula en las respectivas tomas de peso, éstas se llevaron a cabo fuera de la caseta, en una especie de banqueta que rodea la nave, hecha de material.

### 3.4.6) MODELO DE REGISTRO.

Pienso, que la industria del pollo de engorda, debe - parte de su rápido progreso al hecho de llevar los registros correspondientes al día.

Los registros son esenciales para la buena administración y proporcionan la única escala por la que puede medirse el progreso de las aves.

Los datos tomados por el registro durante la duración del estudio fueron: mortalidad diaria, peso promedio semanal, consumo de alimento y un sinnúmero de observaciones diarias, tanto en las aves, como en las instalaciones, medicamentos, suministro de luz natural y artificial, y, --- principalmente manejo.

### 3.4.7) CONTROL DE ENFERMEDADES.

Las aves utilizadas para el presente estudio, fueron de la misma edad y procedentes de las mismas reproductoras ventaja patente para establecer un buen programa de prevención de enfermedades.

Los tratamientos utilizados fueron: Vacuna contra el Newcastle, cepa la Sota, aplicada conjuntamente con la vacuna contra bronquitis aviar el día del nacimiento de los pollos, aplicada por vía ocular.

A los catorce días se aplicó la segunda vacuna contra Newcastle, de igual cepa a la anterior, se utilizaron veintiocho mil dosis por caseta, y se distribuyó por medio de aspersion, utilizando un atomizador eléctrico para ésta operación.

A los treinta y cinco días se aplicó la tercera vacuna contra Newcastle con un número de dosis, cepa y distribución de la vacuna de igual manera al procedimiento anteriormente mencionado.

Para contrarrestar la acción de la segunda y tercera dosis de Newcastle se proporcionó Clortetraciclina en polvo, los seis días siguientes a la aplicación de la vacuna, a razón de 0.0001 Kg./ave, del primero al tercer día, y -- del tercero al sexto día 0.00005 Kg./ave, del medicamento.

La clortetraciclina se administró diluida en el agua.

No se admitieron visitas dedicadas a la avicultura, - por razones de sanidad, ya que pueden ser portadores de alguna enfermedad extraña a la granja, las personas que por alguna razón tuvieron acceso, se les proporcionaron ropa y calzado adecuado, sin pasar al área ocupada por las aves.

#### 3.4.8) MORTALIDAD.

Los motivos fueron completamente normales, pollos que durante el traslado de la incubadora a la granja se golpearon, o bien mortandad por amontonamientos.

Se eliminaron los pollos que por una razón u otra, no siguieron la marcha normal de los demás, o su aspecto era enfermizo o simplemente raquitico, junto con todos los que tenían presente algún defecto físico claro y visible.

Esta eliminación fué inmediata y rigurosa para preveer posibles contagios y no ceder ante ningún tipo de sentimientos ni falsa economía, porque a la larga trae beneficios al avicultor, entre otros aspectos, en el consumo de alimento.

Esta operación se realizó una vez por semana a partir del primer mes.

#### 3.4.9) SUMINISTRO DE AGUA Y ALIMENTO.

Como se mencionó anteriormente, todos los lotes recibieron el mismo manejo, el alimento y agua fueron iguales para las cuatro naves, los cuales se dieron "ad libitum".

Del primer día al trigésimo sexto, se les dió una mezcla alimenticia "iniciadora", teniendo un análisis bromatológico como se describe a continuación;

Humedad	11.80 %
Cenizas	11.40 %
Proteína cruda	20.90 %
Fibra cruda	4.10 %
Extracto etéreo	2.30 %

Extracto no nitrogenado	49.50 %
Materia seca	88.20 %

Del 36º día, hasta el sacrificio se les dió una mezcla alimenticia "finalizadora", teniendo el siguiente análisis - bromatológico:

Humedad	10.40 %
Cenizas	10.00 %
Proteína cruda	18.90 %
Fibra cruda	2.90 %
Extracto etéreo	2.90 %
Extracto no nitrogenado	54.90 %
Materia Seca	89.60 %

Acercas de éste aspecto nutricional, no profundizaremos más, porque la finalidad de éste trabajo, no es un estudio - comparativo de raciones alimenticias, ya que se proporcionó la misma alimentación a los diferentes lotes en estudio, teniendo como objetivo primordial la observación de variaciones debidas a la iluminación recibida, ya que ésta variable fué diferente en las cuatro casetas.

El consumo promedio de agua por semana por caseta, desde el nacimiento hasta la octava semana aproximadamente fué:

SEMANA	LITROS/NAVE.
1	540
2	1350
3	1620
4	2160
5	2700
6	3510
7	4050
8	4320

#### IV. RESULTADOS EXPERIMENTALES.

##### 4.1) PESO INICIAL:

En la caseta número uno, el peso registrado, inicial - de las aves fué de treinta y siete gramos, en la caseta dos, de treinta y siete gramos, en la caseta número tres, de --- treinta y ocho gramos, y en la caseta número cuatro, de --- treinta y nueve gramos, siendo el promedio inicial de peso de las aves de todas las casetas de 37.75 gramos.

##### 4.2) PESO FINAL:

El resultado del peso promedio final de las aves se a nota a continuación: en la caseta número uno; fué de mil - seiscientos veinte gramos, en la caseta número dos; de mil - seiscientos sesenta y nueve gramos, en la caseta número -- tres; mil quinientos cuarenta y dos gramos, y en la caseta- número cuatro; mil setecientos diez y nueve gramos.

##### 4.3) INCREMENTO DE PESO TOTAL / DIA:

En la caseta número uno fué de 0.0259 Kg., en la case ta número dos 0.0267 Kg., en la caseta número tres 0.0246- Kg., en la caseta número cuatro 0.0275 Kg.

##### 4.4) CONSUMO DE ALIMENTO PROMEDIO DIARIO / AVE:

En la caseta número uno se registró 0.0721 Kg., en la caseta número dos 0.0720 Kg., en la caseta número tres --- 0.0718 Kg., y en la caseta número cuatro 0.0730 Kg.

TABLA DE RESULTADOS TOTALES EN LOS CUATRO TRATAMIENTOS.				
TRATAMIENTO.	16 hrs.	18 Hrs.	20 hrs.	22 Hrs.
NO. DE DIAS.	61	61	61	61
CONSUMO ALIMENTO	4.398	4.392	4.382	4.455 kgs.
CONS. ALIM./DIA/AVE	.0721	.0720	.0718	.0730kgs.
CONVERSION/AVE.	2.714	2.632	2.841	2.650
PESO TOTAL/AVE.	1.620	1.669	1.542	1.719 kgs.

Los resultados que aparecen en la tabla anterior son datos promedio durante la engorda.

La gráfica No. 1, muestra el incremento de peso y consumo de alimento, por tratamiento, respectivamente, mostrando de una manera patente que la nave que recibió 22 horas de iluminación, registró el mejor peso al final de la engorda, superando el tratamiento No.1 con 99 gr., al tratamiento No. 2, con 50 gr., y al tratamiento No. 3 con 177 gr. Igualmente, el tratamiento de 22 horas de iluminación, registró un mayor consumo de alimento, teniendo una diferencia con el tratamiento No. 1 de 57 gr., con el tratamiento No. 2 de 63 gr., y con el tratamiento No. 3 de 73 gr., estas diferencias pueden ser debidas al factor iluminación.

En la primera semana el consumo de alimento, fué muy similar al incremento de peso logrado en ese espacio de tiempo. A partir de la quinta semana de edad, la caseta No.1 superó a los demás tratamientos con 17 gr., 14 gr., y 14gr. respectivamente.

Igualmente en lo que se refiere a consumo de alimento, el tratamiento No.1 registró un mayor consumo de alimento en comparación con los tratamientos restantes, teniendo una diferencia de 47 gr., 25 gr., y 3 gr. respectivamente.

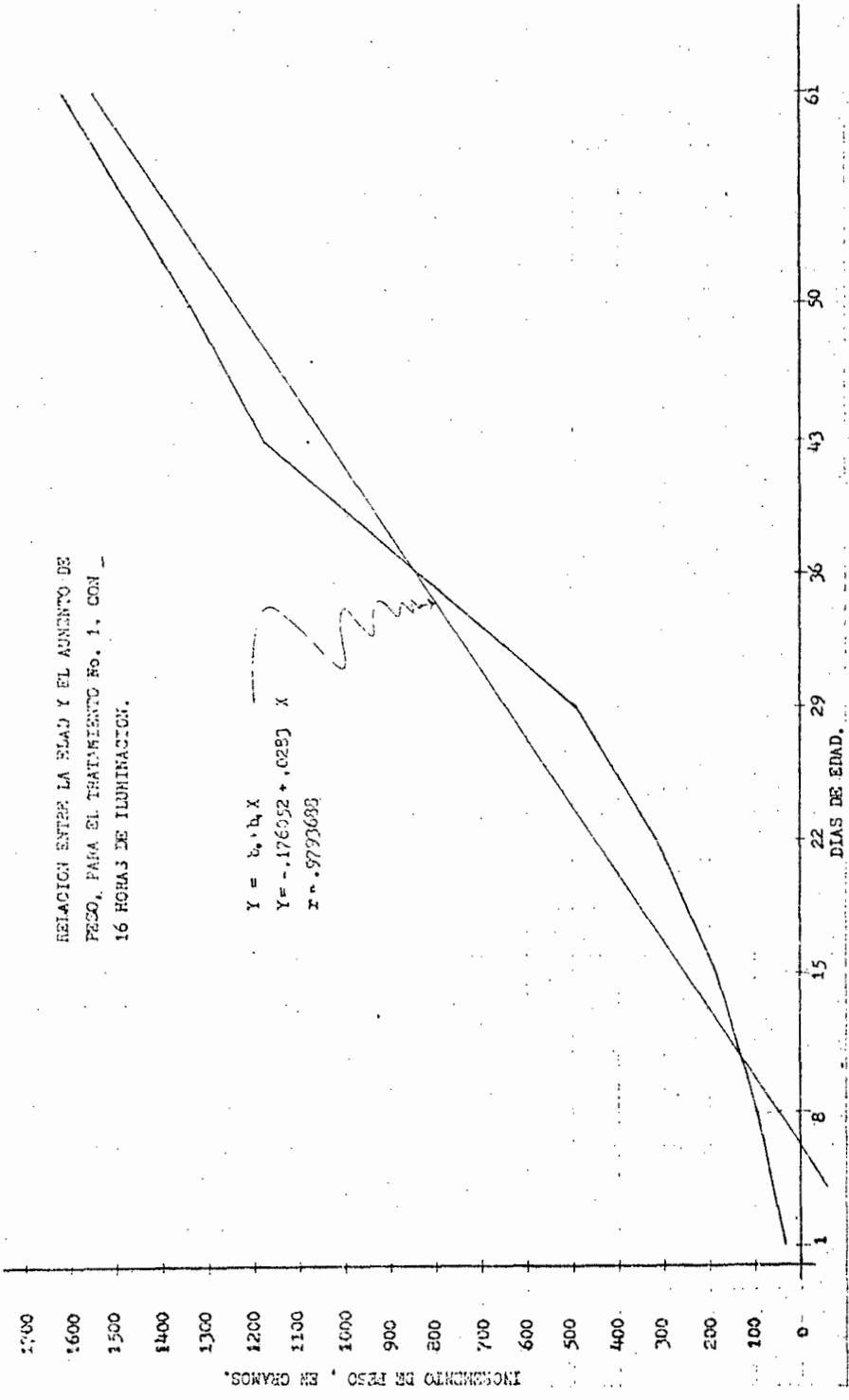
El mejor índice de correlación ( $r$ ), entre edad del ave e incremento de peso, lo presentó el tratamiento No. 2, con 98.76 %, los tratamientos restantes, presentaron un índice de correlación un poco inferior, haciéndonos ver que hay bastante relación entre la edad del ave y el incremento de peso.

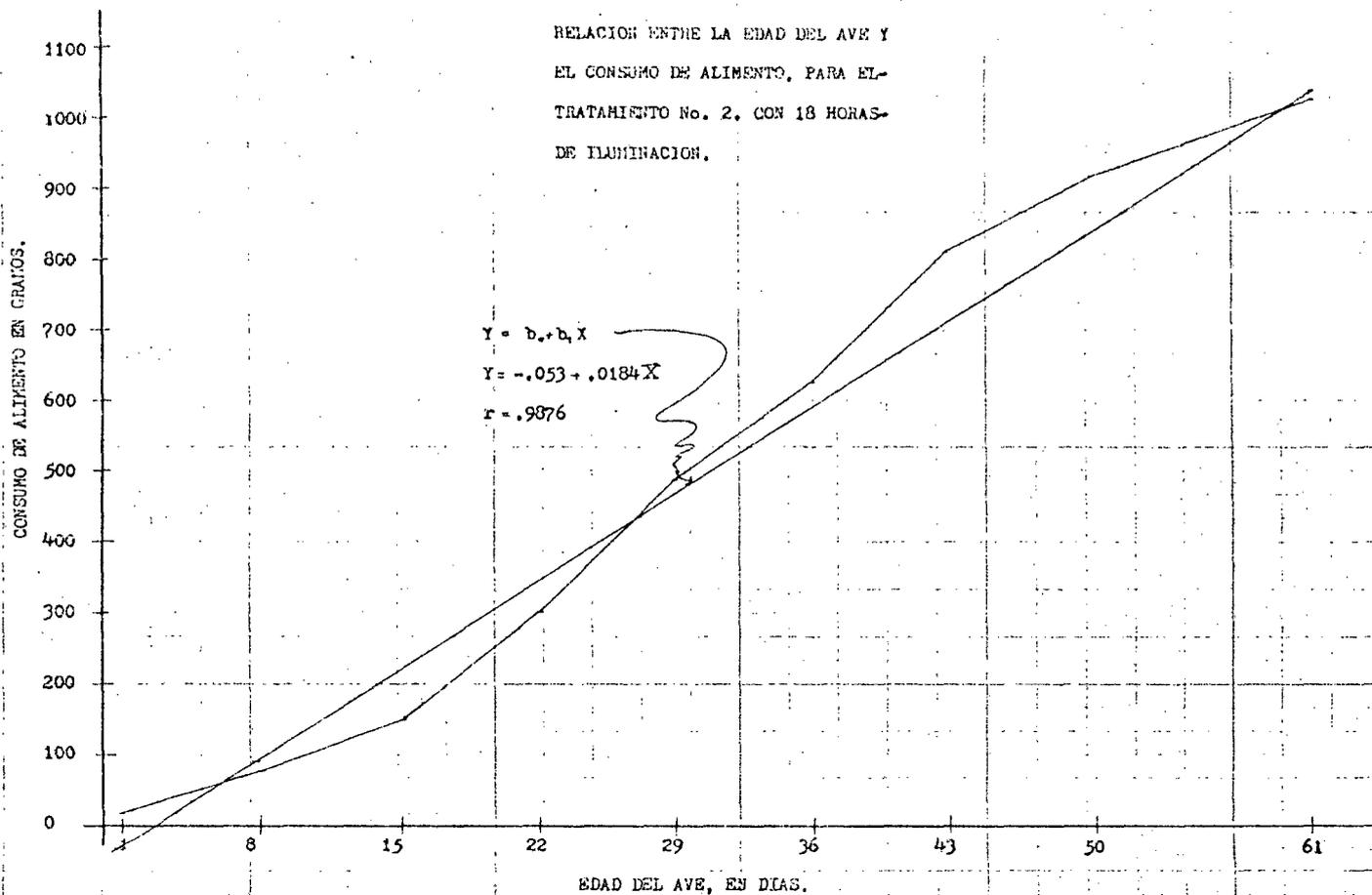
El factor regresión ( $b$ ), nos indica el incremento de peso por día, presentando el mayor la nave con el tratamiento de 22 horas de iluminación.

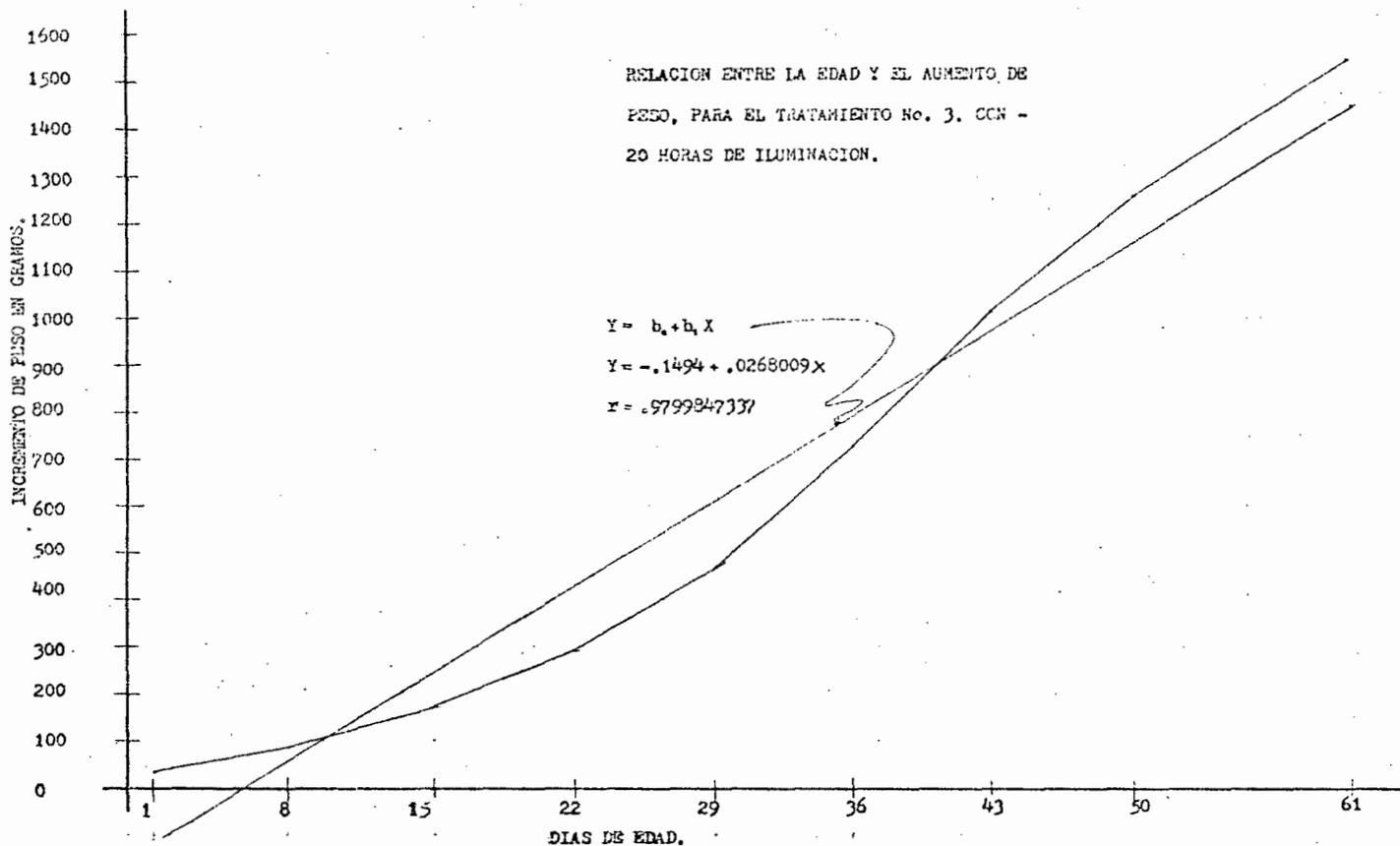
El mejor grado de correlación ( $r$ ), entre el incremento de peso del ave, y el consumo de alimento, lo presentó la caseta No.3, con 20 horas de iluminación; siendo  $r= 98.2\%$  los tratamientos restantes presentaron un índice de correlación muy similar, por lo que se deduce que entre las variables consumo de alimento e incremento de peso hay bastante relación.

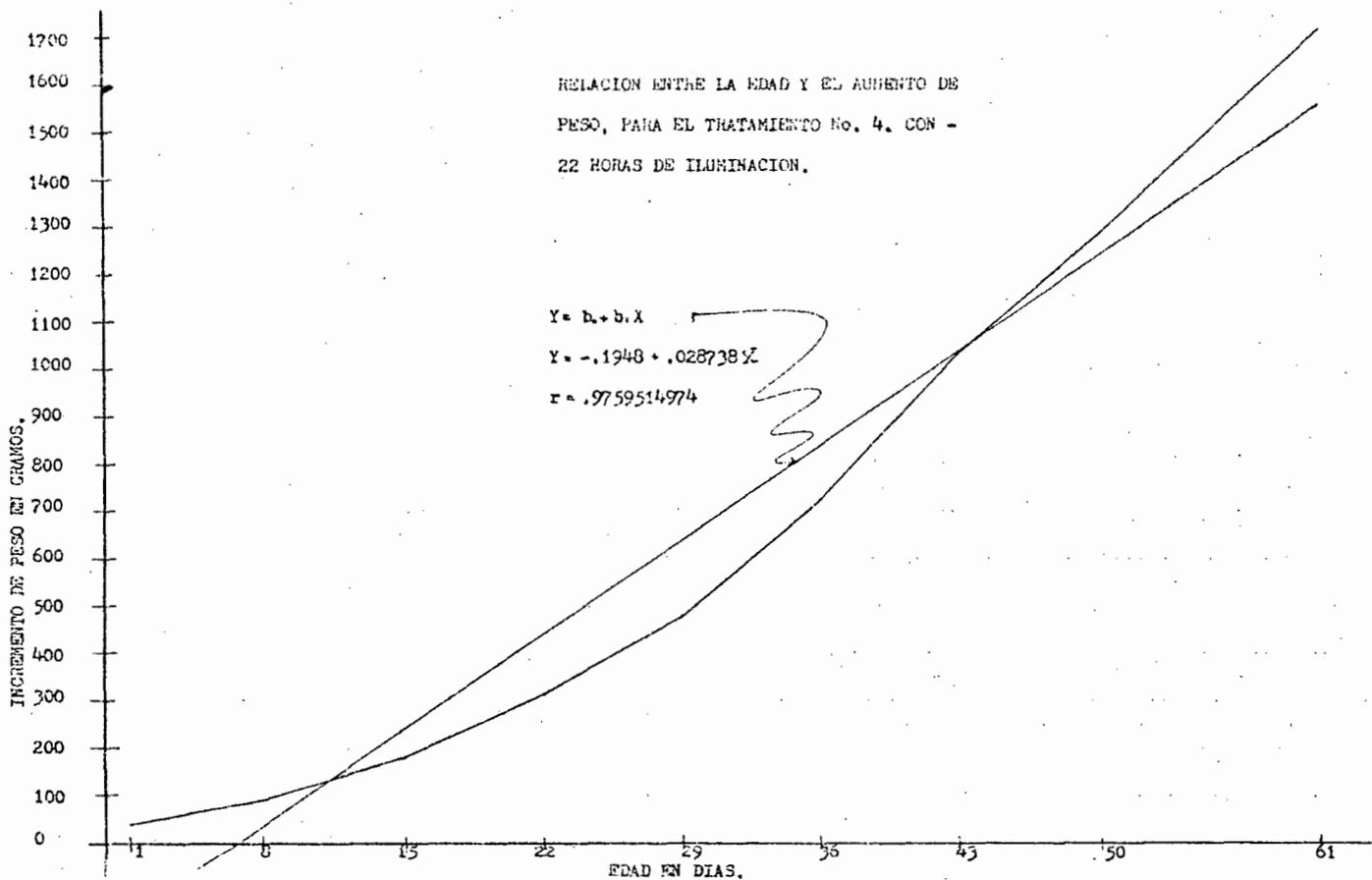
El mejor grado de correlación ( $r$ ), entre el consumo de alimento y la edad del ave, lo presentó el tratamiento No 1

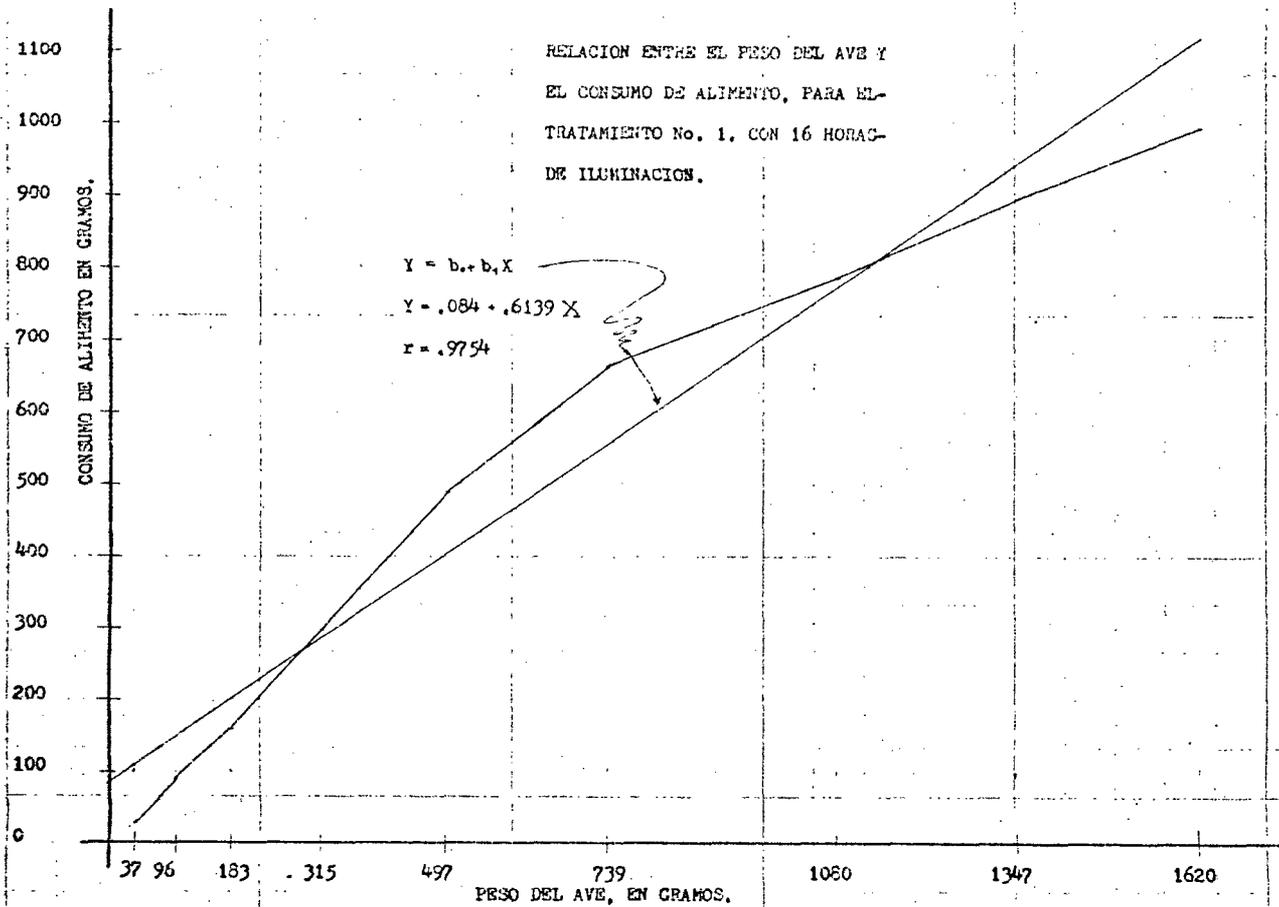
con 99.4 %, y los tratamientos restantes, presentaron un grado de correlación un poco inferior, manifestando claramente que la relación entre consumo de alimento y la edad del ave es buena.

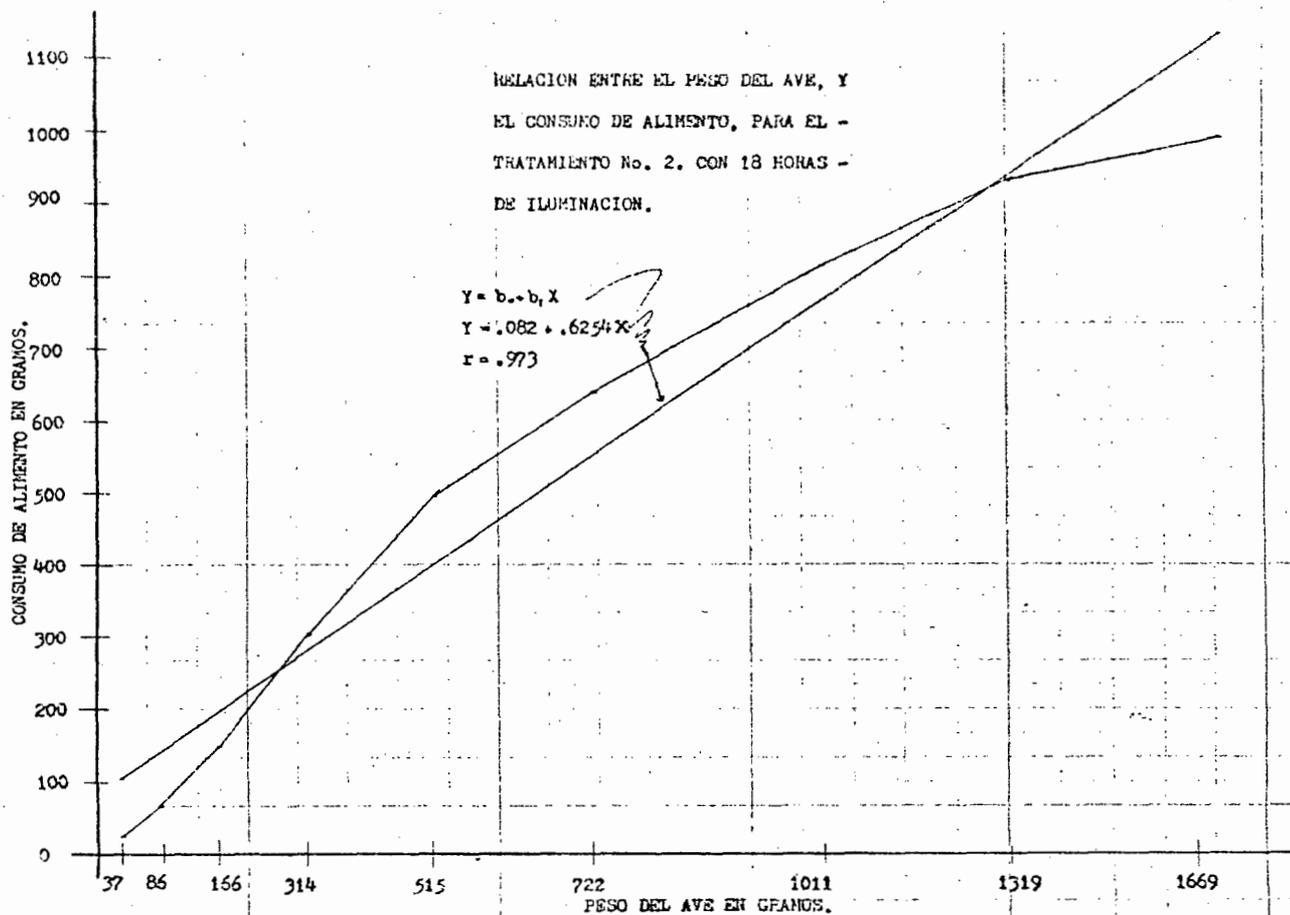






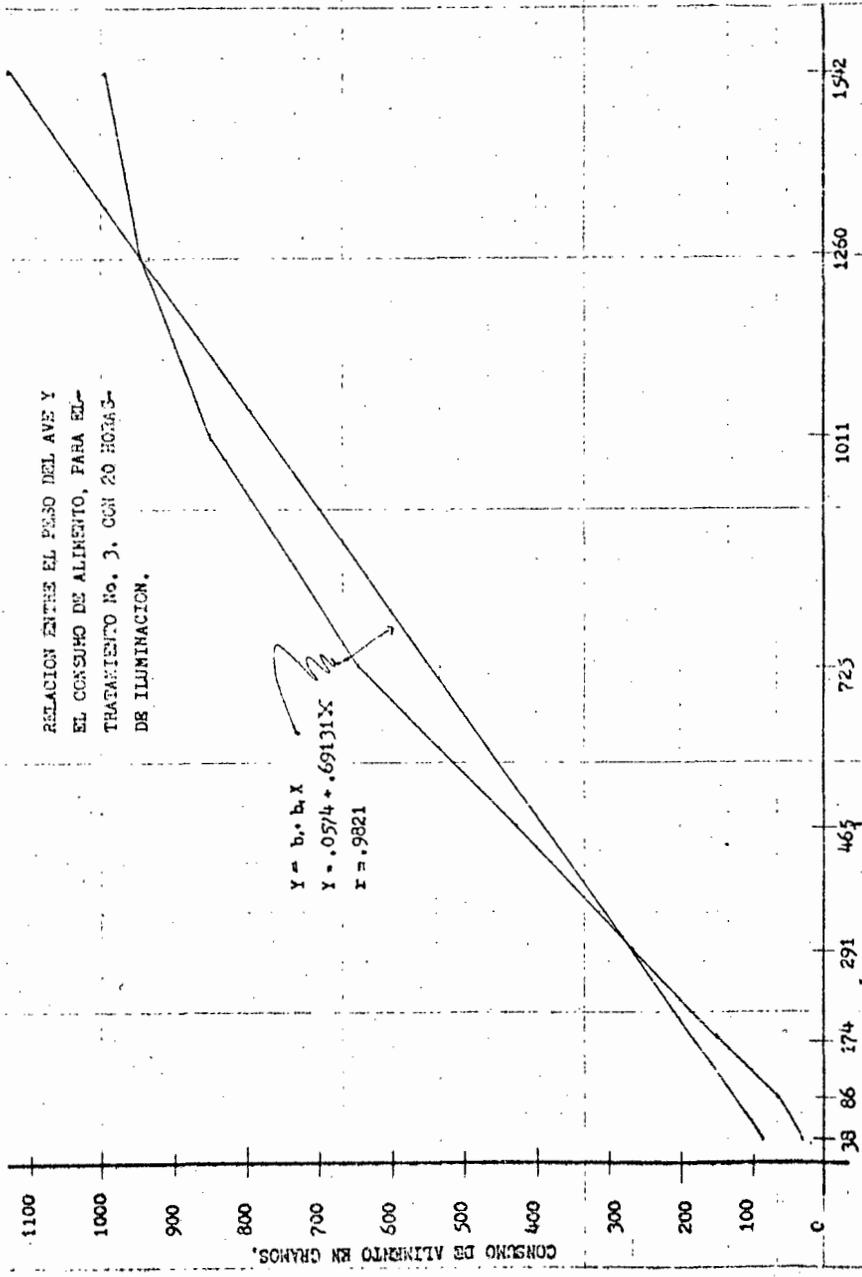






RELACION ENTRE EL PESO DEL AVE Y  
EL CONSUMO DE ALIMENTO, PARA EL  
TRATAMIENTO No. 3, CON 20 HORAS  
DE ILUMINACION.

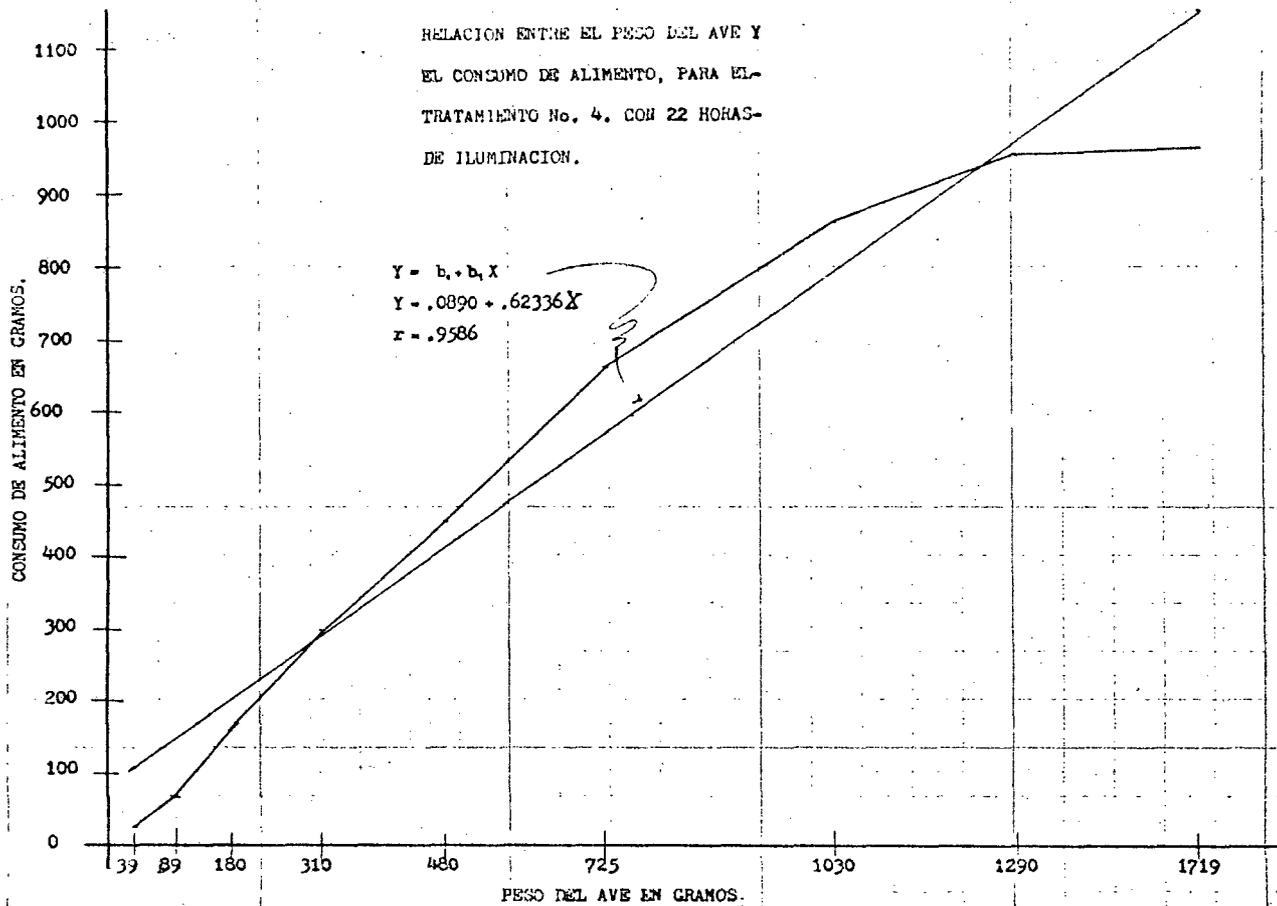
Y = b · X  
 $Y = .0574 \cdot X + .69131X$   
 $r = .9821$



PESO DEL AVE EN GRAMOS.

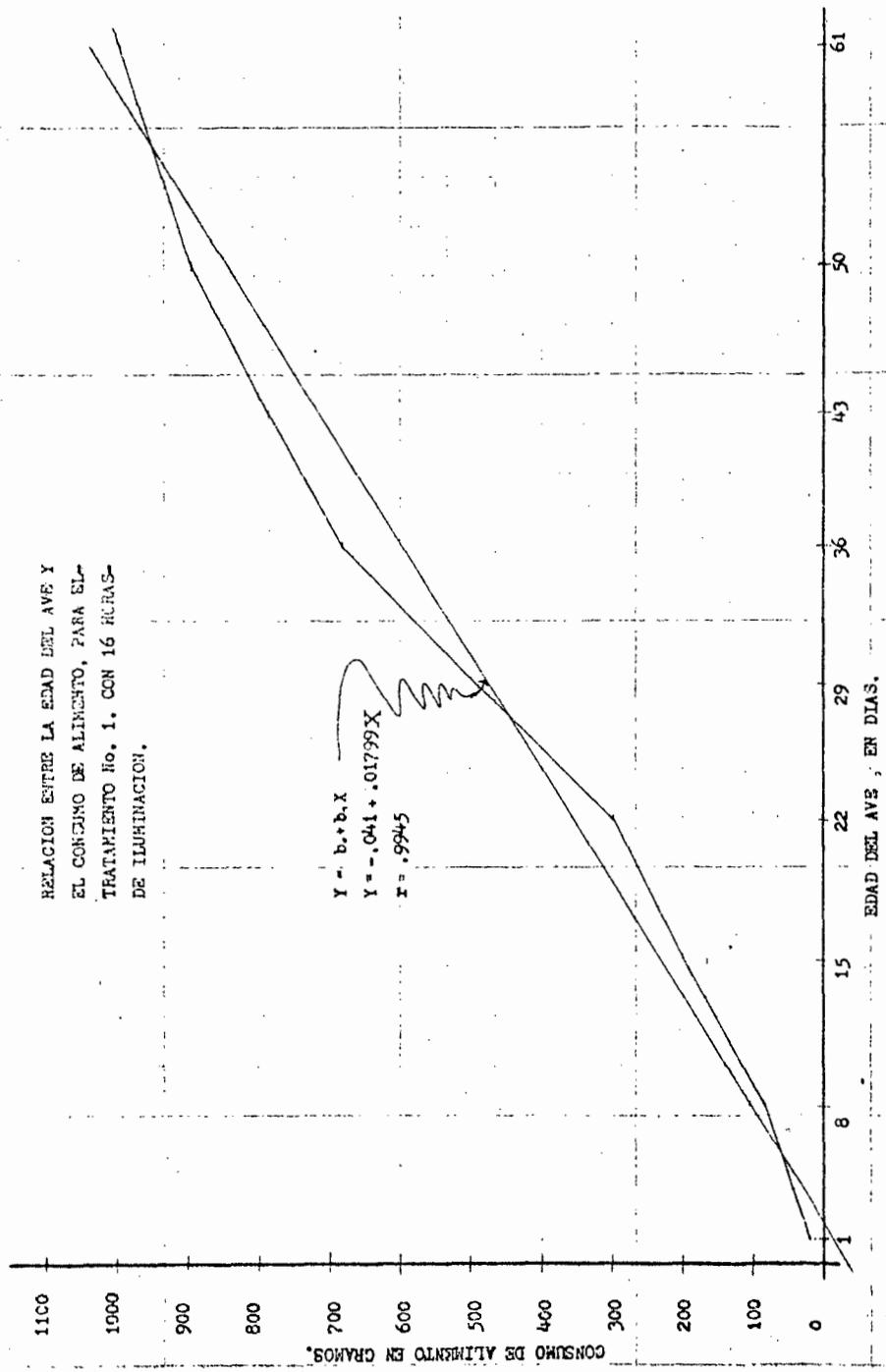
RELACION ENTRE EL PESO DEL AVE Y  
EL CONSUMO DE ALIMENTO, PARA EL  
TRATAMIENTO No. 4. CON 22 HORAS-  
DE ILUMINACION.

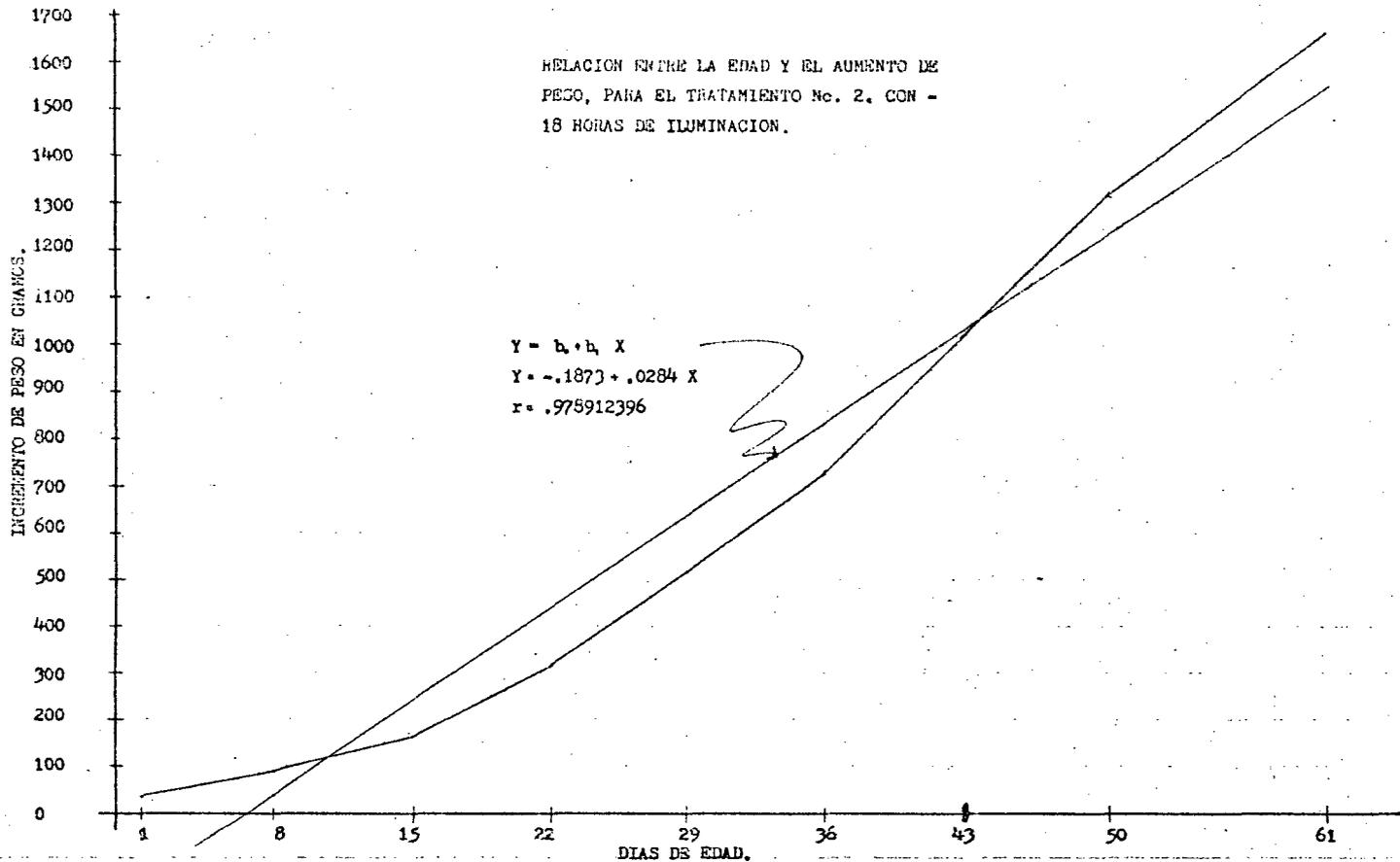
$$Y = b_0 + b_1 X$$
$$Y = .0890 + .62336 X$$
$$r = .9586$$



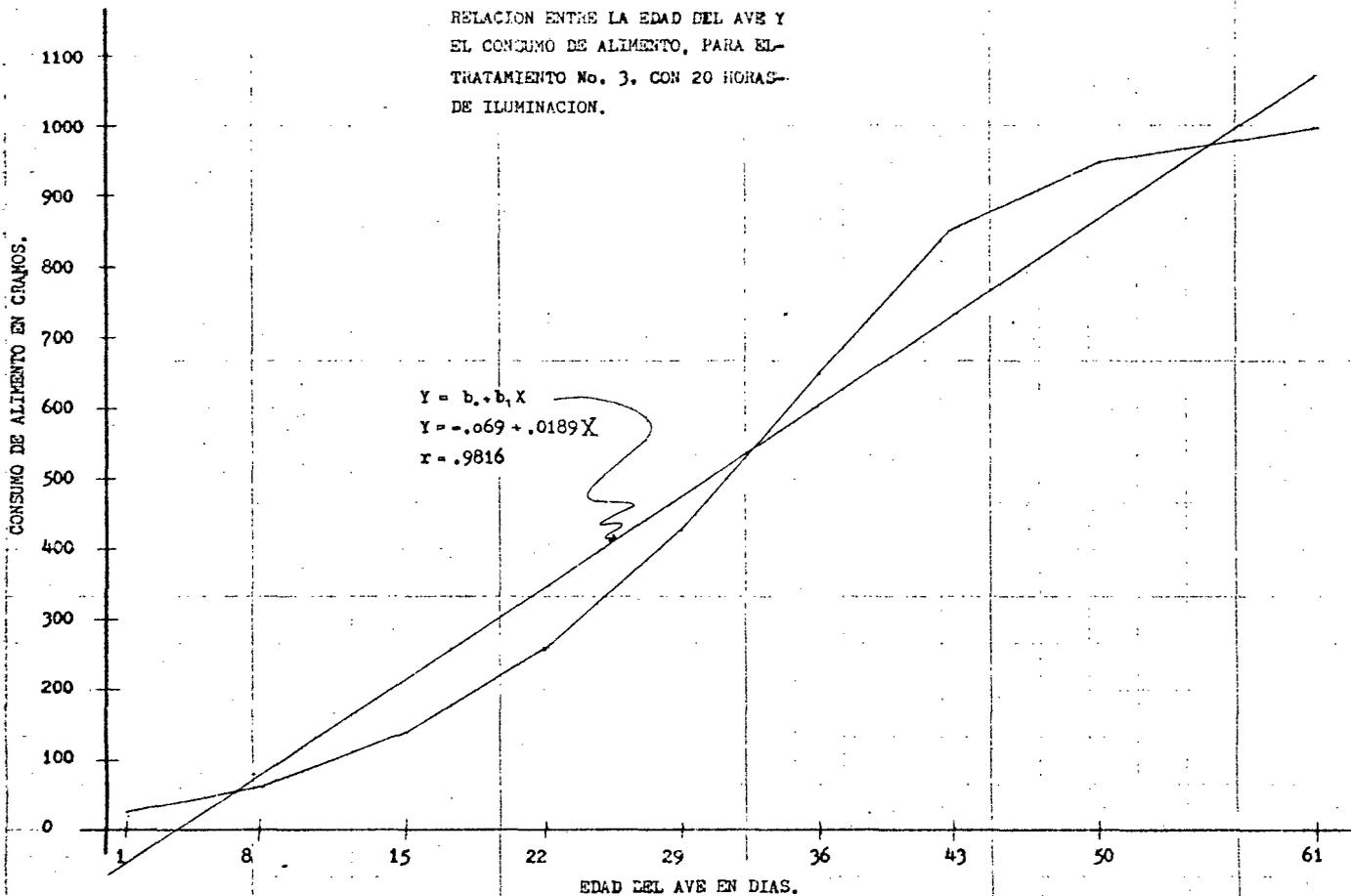
RELACION ENTRE LA EDAD DEL AVE Y  
 EL CONSUMO DE ALIMENTO, PARA EL  
 TRATAMIENTO No. 1. CON 16 HORAS  
 DE ILUMINACION.

$Y = b_0 + b_1 X$   
 $Y = -.041 + .01799X$   
 $r = .9945$





RELACION ENTRE LA EDAD DEL AVE Y  
EL CONSUMO DE ALIMENTO, PARA EL  
TRATAMIENTO No. 3. CON 20 HORAS  
DE ILUMINACION.



RELACION ENTRE LA EDAD DEL AVE Y  
EL CONSUMO DE ALIMENTO, PARA EL  
TRATAMIENTO No. 4, CON 22 HORAS-  
DE ILUMINACION.

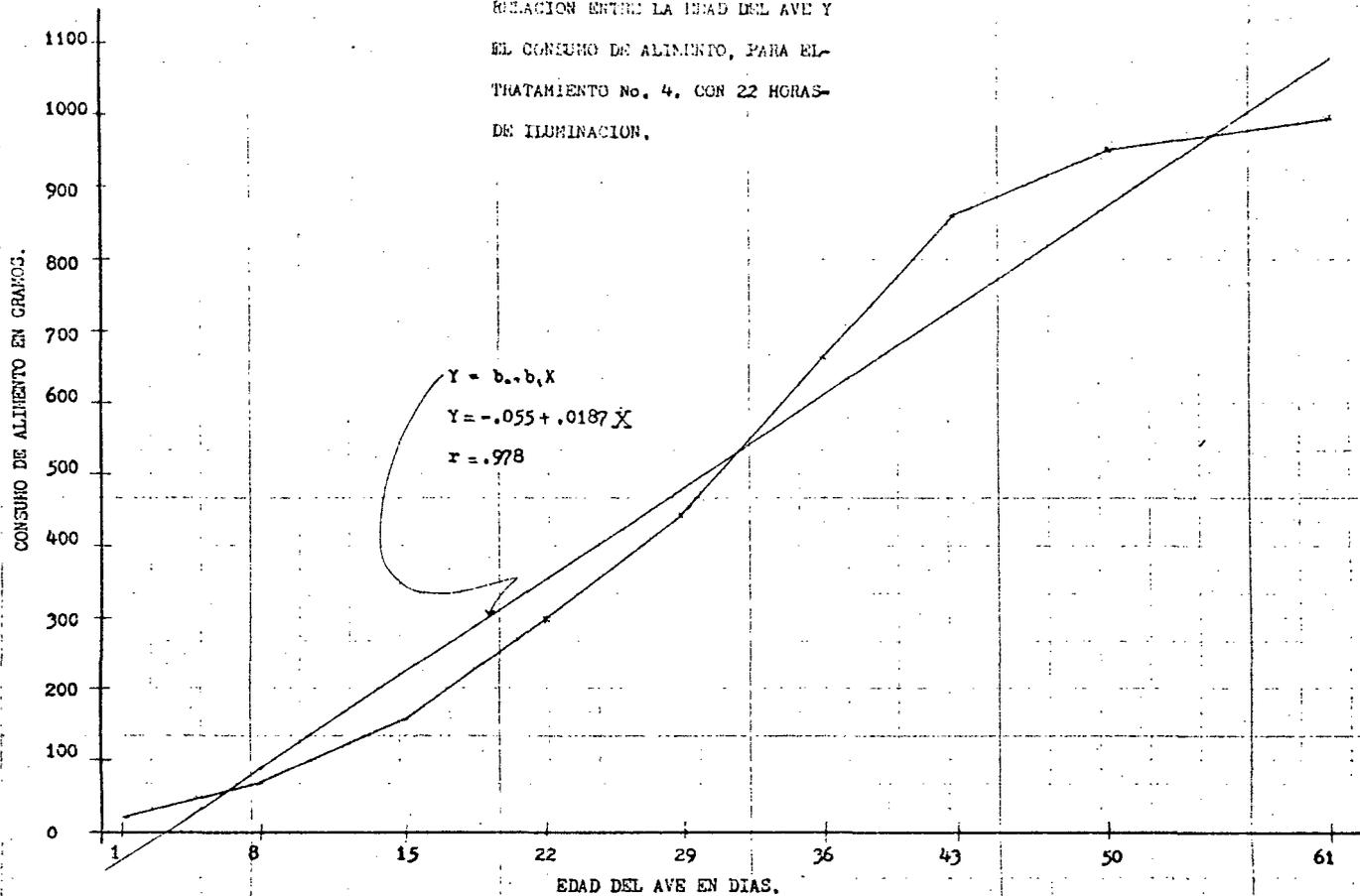


TABLA DE MORTALIDAD SEMANAL, DURANTE EL PERIODO DE  
ENGORDA, EN PORCENTAJE:

S E M A N A .

TRATAMIENTO	1	2	3	4	5	6	7	8
16 hrs.	.764	1.293	1.600	1.900	2.210	2.58	2.83	4.4
18 hrs.	.548	.900	1.270	1.520	1.820	2.05	2.26	3.9
20 hrs.	1.960	2.490	2.920	3.160	3.320	3.530	3.85	4.8
22 hrs.	.530	.872	1.320	1.499	1.705	2.050	2.271	3.6

TABLA DE POBLACION Y ESPACIO POR AVE:

CASETA	No. AVES INICIO .	No. AVES FINAL .	SUPERF. METROS <sup>2</sup>	AVES/m <sup>2</sup>	cm <sup>2</sup> /AVE INICIO.	cm <sup>2</sup> / AVE FINAL .
1	27800	26586	1,600	17.38	575.37	601.84
2	27700	26613	1,600	17.31	577.71	601.21
3	28000	26659	1,600	17.50	571.43	600.17
4	27800	26673	1,600	17.38	575.37	559.86

Estos resultados nos demuestran, que es posible manejar indices de población elevados, logrando resultados mencionados en la ta bla correspondiente.

#### 4.5) ANALISIS ECONOMICO:

Con la finalidad de comparar la utilidad en cada uno de los tratamientos, se realizó un estudio económico por ave, en el que se tomó en cuenta el costo del ave al nacer el costo de alimentación, tanto iniciación como finalización, sumandolos y anotandolos como un solo valor, el costo de vacunas y Clortetraciclina, el costo de energía eléctrica, costo de yacija, mano de obra, manejo, costo de depreciación de equipo y casetas calculado para dos meses, costo de limpieza, costo de reparaciones y varios, sacando un total de egresos.

Igualmente, se calculo el precio del ave en pie, al final del experimento y obtuvimos el ingreso, al relacionar los factores ingreso - egreso, nos dió la utilidad neta por ave, como lo muestra la tabla correspondiente.

ANALISIS ECONOMICO.  
COSTO DE PRODUCCION / AVE/ CASETA.

CONCEPTO	CASETA No.1	CASETA No.2	CASETA No.3	CASETA No.4
Pollo	5.40	5.40	5.40	5.40
Alimentos	24.87	24.84	24.79	25.23
Vacunas	0.47	0.47	0.47	0.47
Clortetraciclina	0.20	0.20	0.20	0.20
Energía eléctrica	0.025	0.028	0.032	0.035
Diesel	0.18	0.18	0.18	0.18
Yaciija	0.40	0.40	0.40	0.40
Mano de obra	0.21	0.21	0.21	0.21
Depreciación caseta	0.16	0.16	0.16	0.16
Depreciación equipo	0.15	0.15	0.15	0.15
Limpieza	0.07	0.07	0.07	0.07
Reparaciones	0.03	0.03	0.03	0.03

TOTAL EGRESOS	\$ 32.16	\$ 32.14	\$ 32.09	\$ 32.54
Kg. de pollo	1.620	1.669	1.542	1.719
Venta/Kg/pollo	\$ 37.26	\$ 38.39	\$ 35.47	\$ 39.54
Utilidad/Kg.	\$ 5.10	\$ 6.25	\$ 3.38	\$ 7.00

## V. DISCUSIONES.

De acuerdo con lo mencionado por Castelló y Escami\_lla, el efecto de la luz sobre los pollos, no es otro, \_que permitirles ejercitar sus órganos de visión, para re\_alizar sus funciones vitales, que primordialmente en es\_te tipo de explotación son el comer y beber.

Sobre el número de horas de luz artificial, para \_prolongar el periodo de iluminación diurna, los autores\_no establecen una regla universal, Bundy y Diggins reco\_miendan 24 horas de iluminación, Crocker, por su parte \_menciona que son suficientes 12 ó 13 horas de ilumina\_ción, Allcroft afirma que el ave necesita de 16 a 18 ho\_ras de iluminación, Ensminger, por otra parte, recomien\_da al igual que L.E. Card, iluminar la caseta durante \_las 24 horas, todas éstas variaciones son debidas logica\_mente, a que los factores climatológicos, época del año, situación geográfica de las regiones donde se encuentran las instalaciones, así como las necesidades individuales de cada avicultor son muy diferentes entre sí.

Definitivamente, no estamos de acuerdo con los auto\_res que recomiendan programas de 24 horas de iluminación diarias en pollo de engorda, en esta región, primero \_porque, el ave necesita tiempo para descansar, segundo, \_es muy importante que los pollos se acostumbren a "apa\_gones", a lo largo de la jornada, para prevenir posibles "stress", en caso de algún imprevisto en las instalacio\_ones electricas. Tercero, el animal gastaría energía en \_vano, al no tener periodos de descanso, ya que habría un mayor movimiento por parte de éste. Cuarto, los progra\_mas de 24 horas, son propicios para producir "enteritis" e indigestiones, por el exceso en el consumo de alimento además de provocar algunas veces, problemas oculares, y\_vicios como son el picaje y el canibalismo.

Las fuentes de iluminación, en las naves no afectan la temperatura corporal de las aves, debido a la potencia de dichas fuentes, ya que es demasiado baja, y su radio calorífico no sobrepasa los .30 m., siendo la función de éste factor, el ejercitar los órganos de visión, - para efectos de calefacción, se utilizaron calentadores-impulsados por energía proporcionada por combustibles.

Acercas de las diferencias entre las lámparas incandescentes y las fluorescentes, estamos de acuerdo con -- Castelló, al afirmar que las primeras tiene un menor índice de "vida", en comparación a los segundos, cierto, - pero las lámparas fluorescentes presentan algunas desventajas, como son el costo de instalación y aditamentos -- para su encendido, además, aparentemente es una luz "fría", la distancia que debe existir entre éstas debe ser - mayor en comparación con las lámparas de incandescencia, esto provoca espacios de sombra, que no interesa tener - en la nave de crianza y desarrollo.

Teniendo en cuenta que los estudios sobre intensidad de iluminación, son muy escasos, algunos trabajos recomiendan una intensidad de 10 lux, equivalente al "foot candle" (mencionado con anterioridad), unidad ideal - para el desarrollo de las aves, en el presente estudio - se siguió la experiencia de Cherry y otros, en los que - se consiguieron rendimientos aceptables, con menor intensidad, el resultado de nuestro cálculo de intensidad luminosa fué de 5.25 lux. Igualmente sobre la potencia luminica, algunos autores recomiendan 2 watts por metro cuadrado de superficie, con un índice de población de 3 aves, esto en la actualidad es bastante anticuado, en la presente investigación, se trabajó con 1.6 watts por metro cuadrado, teniendo una población de 17 aves por unidad de superficie, logrando resultados aceptables en la industria avícola.

## VI. CONCLUSIONES .

De acuerdo con los datos obtenidos, y las condiciones particulares en que se llevó a cabo el presente estudio, anotamos a continuación las conclusiones obtenidas:

1) La caseta con el tratamiento de 20 horas de iluminación diariamente, consumió la menor cantidad de alimento, en comparación con los programas de 16, 18, y 22 horas de iluminación respectivamente, durante el periodo de engorda, debido a que en ésta nave se registró el mayor índice de mortalidad.

2) Los grupos que recibieron 16, 18 y 20 horas de iluminación diaria, obtuvieron un menor peso al final de la engorda, en comparación con el grupo testigo, debido a que durante ésta temporada del año el ave necesita de un mayor número de horas luz, para poder desarrollar del todo sus facultades visuales, y así consumir las cantidades necesarias de alimento para mantenerse.

3) El tratamiento que recibió 22 horas de iluminación diaria obtuvo el menor porcentaje de mortalidad, durante el periodo de engorda, en comparación con los otros tratamientos, sabiendo que las bajas se registraron en el mayor número de los casos a causa de asfixias por amontonamientos.

4) Se deduce que la caseta en que se utilizó el programa de 22 horas de iluminación diaria, mostró un mayor aumento de peso al final del experimento, en relación a los programas de 16, 18 y 20 horas de iluminación, así como también un mayor consumo de alimento, debido al suministro de mayor número de horas luz, incitando al ave a ingerir más alimento.

5) El tratamiento que recibió el programa de 22 horas de iluminación diaria, logró el mejor aumento de peso al final de la engorda. Este tratamiento, se utilizó como testigo, haciendonos ver claramente, que durante la época de Otoño e Invierno, y bajo las condiciones mencionadas con anterioridad, es conveniente no escatimar en lo que se refiere a energía eléctrica, sin olvidarnos de suministrar a las aves un periodo de descanso durante el día, para así preveer problemas de origen ocular y gastrointestinal, así como también el comportamiento normal de las aves.

VII. RESUMEN.

El presente trabajo se realizó en las instalaciones para engorda de aves, propiedad de la empresa Mezquital-del Oro, S.A., situadas en las cercanías de la población de San Marcos, Jalisco.

La duración del experimento fué de 61 días, comenzando el 3 de Noviembre de 1978, y terminando el 4 de Enero de 1979.

Se utilizaron un total de 111,300 aves, de la raza Indian River.

La distribución de las aves, se realizó en cuatro casetas, alojando un número de pollos como se describe a continuación:

caseta 1	27800
caseta 2	27700
caseta 3	28000
caseta 4	27800

Cada tratamiento recibió un determinado número de horas de iluminación artificial por día, completándose con las horas de luz solar diurna, dando un número de horas de luz al día, como sigue:

TRATAMIENTO	HRS. LUZ ARTIFICIAL.	HRS LUZ DIURNA.
1	5	11
2	7	11
3	9	11
4	11	11

Para los resultados del modelo matemático, se realizaron los cálculos de  $b$ ,  $b$ ,  $r$  y  $\bar{Y}$ .

Al mismo tiempo se llevó a cabo un análisis económico de los resultados para cada uno de los tratamientos, con la finalidad de hacer más patente las ventajas de un tratamiento en comparación a los demás, fijándonos principalmente, en la utilidad lograda con los diferentes programas de iluminación.

Los mejores resultados fueron observados en el tratamiento que recibió mayor cantidad de horas de iluminación al día.

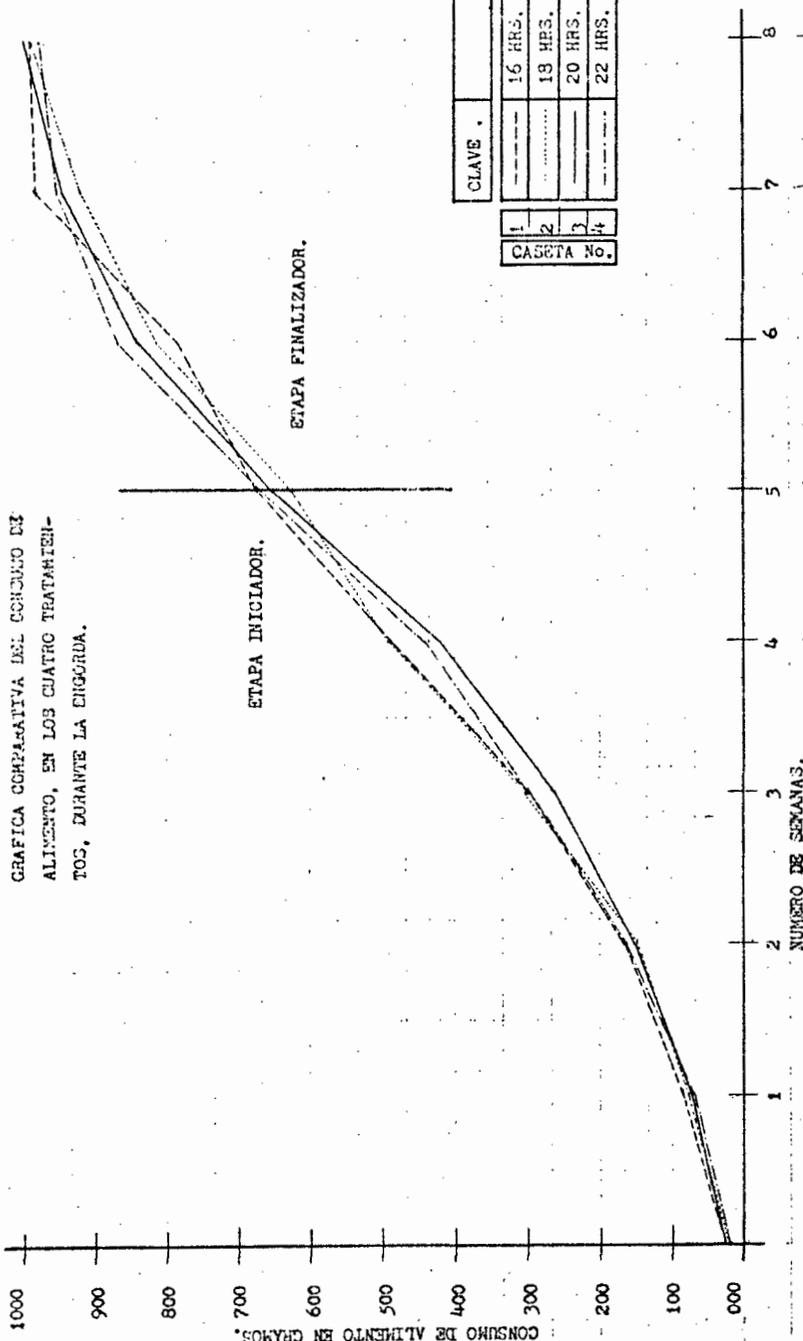
## VIII. BIBLIOGRAFIA.

- 1) ANONIMO.  
"MAS PROTEINA DURANTE LAS EPOCAS CALUROSAS".  
AGRICULTURA DE LAS AMERICAS. BOLETIN No. 2 .  
1969.
- 2) ALLCROFT W.M.  
"AVES PARA CARNE".  
ED. ACRIBIA.  
ZARAGOZA, 1968.
- 3) ALLCROFT W.M.  
"AVES PARA PRODUCCION DE CARNE E INDUSTRIALIZACION".  
ED. ACRIBIA.  
ZARAGOZA, 1965.
- 4) BREHM S. CARLOS.  
"GUTA DEL AVICULTOR".  
ED. JAKES. 1a. EDICION.  
MEXICO 1952.
- 5) BUNDY CLARENCE E. Y DIGGINS RONALD V.  
"LA PRODUCCION AVICOLA".  
ED. CONTINENTAL. 5a. EDICION.  
MEXICO, 1975.
- 6) CARD Mc. NESHEIM L.B.  
"PRODUCCION AVICOLA".  
ED. ACRIBIA.  
ZARAGOZA, 1968.
- 7) CASTELLO ILOBET JOSE A.  
"ALOJAMIENTO Y MANEJO DE AVES".  
REAL ESCUELA OFICIAL Y SUPERIOR DE AGRICULTURA.  
MADRID, 1970.
- 8) CORNOLDI JULIO.  
"AVICULTURA MODERNA".  
ED. SINTES.  
MADRID, 1964.
- 9) CROCKER T.J.  
"LA CRIA DE POLLOS".  
ED. ACRIBIA.  
ZARAGOZA, 1969.
- 10) DOBSON C.  
"ALOJAMIENTO PARA AVES".  
ED. ACRIBIA.  
ZARAGOZA, 1968.

- 11) ENSMINGER M.E.  
"PRODUCCION AVICOLA".  
ED. EL ATENEO.  
BUENOS AIRES, 1976.
- 12) ECCAMILLA ARCE LEOPOLDO.  
"MANUAL PRACTICO DE AVICULTURA MODERNA".  
ED. CONTINENTAL.  
1962.
- 13) FRANKSON R.D.  
"ANATOMIA Y FISIOLOGIA DE LOS ANIMALES DOMESTICOS".  
ED. INTERAMERICANA. 2a. EDICION.  
MEXICO, 1976.
- 14) FORTSMOUTH JOHN.  
"AVICULTURA PRACTICA".  
ED. CECSA.  
1971.
- 15) GIAVARINI IDA.  
"TRATADO DE AVICULTURA".  
ED. OMEGA.  
BARCELONA, 1971.
- 16) HABERMAN D.V.M., JOULES J.  
"LA AVICULTURA COMO NEGOCIO".  
ED. CONSTANCIA.  
1971.
- 17) HOFFMANN - VÖLKER.  
"ANATOMIA Y FISIOLOGIA DE LAS AVES DOMESTICAS".  
ED. ACRIBIA.  
ZARAGOZA, 1969.
- 18) LOMA J.L. DE LA  
"EXPERIMENTACION AGRICOLA".  
ED. UTHEA.  
1967.
- 19) MAJOUL A.  
"AVICULTURA".  
ED. UTHEA.  
1967.
- 20) Mc. GRAW S.  
"LA CRIA DE POLLOS".  
ED. ACRIBIA.  
ZARAGOZA, 1969.
- 21) MISERSKY, BURHMANN, LÜHMANN.  
"PRODUCCION Y SACRIFICIO DE AVES PARA CARNE".  
ED. ACRIBIA.  
ZARAGOZA, 1970.

- 22) MURRAY R, SPIEGEL PH.D.  
 "ESTADISTICA".  
 Mc.GRAW HILL.  
 1976.
- 23) PRICE C.J.  
 "AVICULTURA".  
 ED. HERRERO HNOS.  
 MEXICO, 1973.
- 24) REYES CASTAÑEDA P.  
 "MANUAL PARA DISEÑAR EXPERIMENTOS AGRICOLAS".  
 1973.
- 25) SEARS F.W. Y ZEMANKY MARK W.  
 "FISICA GENERAL."  
 ED. AGUILAR. 4a. EDICION.  
 MADRID, 1961.
- 26) SCHOPLUCHER ROBERTO.  
 "AVICULTURA LUCRATIVA".  
 ED. ALBATROS.  
 BUENOS AIRES, 1975.
- 27) SEIDEN R.  
 "MANUAL DE AVICULTURA".  
 ED. DIANA. 2a. EDICION.  
 MEXICO, 1968.
- 28) TORRIJOS GOMEZ J. ALFONSO.  
 "CRIA DEL POLLO DE CARNE, BROILERS".  
 ED. AEDCS. 2a. EDICION.  
 BARCELONA, 1976.
- 29) TORRIJOS ALFONSO.  
 "CRIA DEL POLLO DE CARNE".  
 ED. ACRIBIA.  
 ZARAGOZA, 1970.

IX. APENDICE.

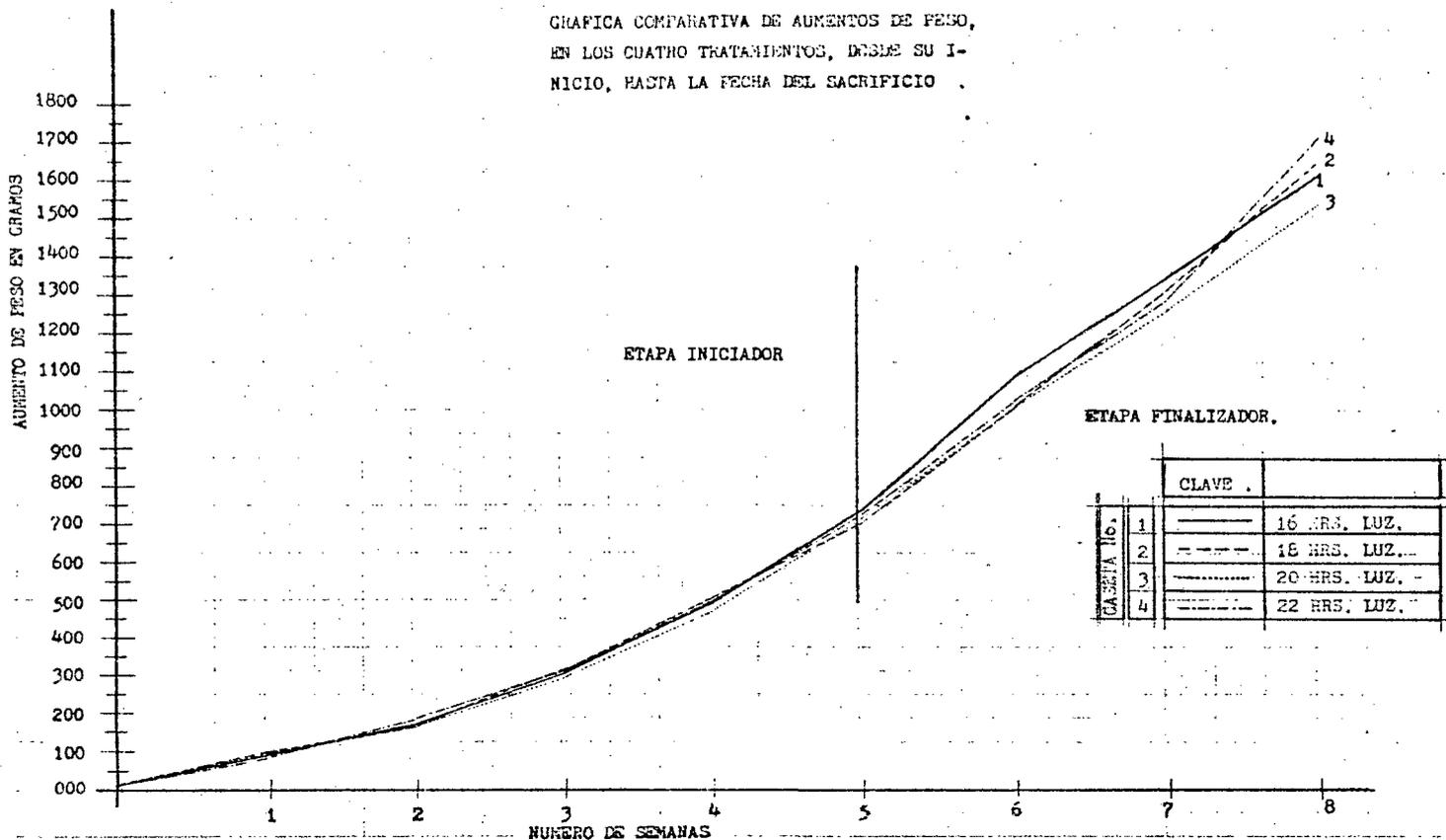


1  
2  
3  
4  
CAJETA No.

CLAVE .  
16 HRS. LUZ.  
18 HRS. LUZ.  
20 HRS. LUZ.  
22 HRS. LUZ.

NUMERO DE SEMANAS,

GRAFICA COMPARATIVA DE AUMENTOS DE PESO,  
EN LOS CUATRO TRATAMIENTOS, DESDE SU I-  
NICIO, HASTA LA FECHA DEL SACRIFICIO .



CALCULO DE  $b_1$ ,  $b_0$ ,  $r$ , PARA EL TRATAMIENTO No. 1, CON 16 HORAS DE ILUMINACION AL DIA.

SIENDO X: DIAS DE EDAD DEL AVE.

Y: PESO SEMANAL POR AVE.

X	X <sup>2</sup>	Y	Y <sup>2</sup>	XY
1	1	.037	.00136	.037
8	64	.096	.00921	.786
15	225	.183	.03348	2.748
22	484	.315	.09922	6.930
29	841	.497	.24700	14.413
36	1296	.739	.54612	26.604
43	1849	1.080	1.1664	46.440
50	2500	1.347	1.81440	67.35
61	3721	1.620	2.6244	98.82

$\frac{\sum Y}{\sum X} + 10$

$\bar{X}: 265$        $\sum X^2: 10981$        $\sum Y: 5.914$        $\sum Y^2: 6.5416$        $\sum XY: 264.107$   
 $\bar{X} = 29.4$        $S = 0.54$        $S^2 = 0.73$   
 $S^2 = 18.79$        $S^2 = 4.3$

$$b_1: \frac{\sum XY - \frac{(\sum X)(\sum Y)}{n}}{\sum X^2 - \frac{(\sum X)^2}{n}} = \frac{264.107 - \frac{(265)(5.914)}{9}}{10981 - \frac{(265)^2}{9}} = \frac{89.972}{3178.22}$$

$\frac{\sum Y}{\sum X} \times 100$

$b_1: .0283$

$$r: \frac{\sum XY - \frac{(\sum X)(\sum Y)}{n}}{\sqrt{(\sum X^2 - \frac{(\sum X)^2}{n})(\sum Y^2 - \frac{(\sum Y)^2}{n})}} = \frac{264.107 - \frac{(265)(5.914)}{9}}{\sqrt{(10981 - \frac{(265)^2}{9})(6.5416 - \frac{(5.914)^2}{9})}}$$

$\frac{89.9725}{91.8678}$  ;       $r: .9793688$

$\bar{X}: 29.44$   
 $\bar{Y}: .6571$

$b_0: \bar{Y} - b_1(\bar{X})$   
 $b_0: .6571 - .0283(29.44)$   
 $b_0: -.176052$

CALCULO DE  $b_1$ ,  $b_0$ ,  $r$ , PARA EL TRATAMIENTO No. 2, CON 18 HORAS DE ILUMINACION AL DIA.

SIENDO X: DIAS DE EDAD DEL AVE

Y: PESO SEMANAL POR AVE.

X	X <sup>2</sup>	Y	Y <sup>2</sup>	XY
1	1	.037	.00136	.037
8	64	.086	.00739	.68
15	225	.166	.02755	2.49
22	484	.314	.09858	6.908
29	841	.515	.26522	14.935
36	1296	.722	.52128	25.972
43	1849	1.011	1.02212	43.437
50	2500	1.319	1.73976	65.950
61	3721	1.669	2.78556	101.809

$\sum X$ : 265       $\sum X^2$ : 10981       $\sum Y$ : 5.839       $\sum Y^2$ : 6.4688       $\sum XY$ : 262.28

$$b_1: \frac{\sum XY - \frac{(\sum X)(\sum Y)}{n}}{\sum X^2 - \frac{(\sum X)^2}{n}} = \frac{262.28 - \frac{(265)(5.839)}{9}}{10981 - \frac{(265)^2}{9}} = \frac{90.35588}{3178.22}$$

$b_1$ : .0284

$$r: \frac{\sum XY - \frac{(\sum X)(\sum Y)}{n}}{\sqrt{\left(\sum X^2 - \frac{(\sum X)^2}{n}\right)\left(\sum Y^2 - \frac{(\sum Y)^2}{n}\right)}} = \frac{262.28 - \frac{(265)(5.839)}{9}}{\sqrt{\left(10981 - \frac{(265)^2}{9}\right)\left(6.4688 - \frac{(5.83)^2}{9}\right)}}$$

$\frac{90.35588}{92.30231}$  ;       $r$ : .978912396

$\bar{X}$ : 29.44

$\bar{Y}$ : .64877       $S_x = 0.5457$        $S_y^2 = 0.738$

$b_0$ :  $\bar{Y} - b_1(\bar{X})$

$b_0$ : .64877 - .0284(29.44)

$b_0$ : -.1873

CALCULO DE  $b_1$ ,  $b_0$ ,  $r$ , PARA EL TRATAMIENTO No. 3., CON 20 HORAS DE ILUMINACION AL DIA.

SIENDO X: DIAS DE EDAD DEL AVE.

Y: PESO SEMANAL POR AVE.

X	X <sup>2</sup>	Y	Y <sup>2</sup>	XY
1	1	.038	.00144	.038
8	64	.086	.00739	.688
15	225	.174	.03027	2.61
22	484	.291	.08468	6.402
29	841	.465	.21622	13.485
36	1296	.725	.52562	26.100
43	1849	1.011	1.0221	43.473
50	2500	1.260	1.5876	63.00
61	3721	1.542	2.3777	94.062

$\sum X: 265$        $\sum X^2: 10981$        $\sum Y: 5.592$        $\sum Y^2: 5.853$        $\sum XY: 249.858$

$$b_1: \frac{\sum XY - \frac{(\sum X)(\sum Y)}{n}}{\sum X^2 - \frac{(\sum X)^2}{n}} = \frac{249.858 - \frac{(265)(5.592)}{9}}{10981 - \frac{(265)^2}{9}} = \frac{85.2046666}{3178.22222}$$

$b_1: .0268009$

$$r: \frac{\sum XY - \frac{(\sum X)(\sum Y)}{n}}{\sqrt{\left(\sum X^2 - \frac{(\sum X)^2}{n}\right)\left(\sum Y^2 - \frac{(\sum Y)^2}{n}\right)}} = \frac{249.858 - \frac{9(265)(5.592)}{9}}{\sqrt{\left(10981 - \frac{(265)^2}{9}\right)\left(5.853 - \frac{(5.592)^2}{9}\right)}}$$

$r: \frac{85.20466667}{86.94489183} ; r: .9799847337$

$\bar{X}: 29.44$

$\bar{Y}: .6213$

$\bar{Y} = 5.853$

$S = 0.514$

$S^2 = 0.217$

$b_0: \bar{Y} - b_1(\bar{X})$

$b_0: .6213 - .02618(29.44)$

$b_0: -.1494$

CALCULO DE  $b_1$ ,  $b_0$ ,  $r$ , PARA EL TRATAMIENTO No. 4, CON 22 HORAS DE ILUMINACION AL DIA.

SIENDO X: DIAS DE EDAD DEL AVE.

Y: PESO SEMANAL POR AVE.

X	X <sup>2</sup>	Y	Y <sup>2</sup>	XY
1	1	.039	.039	.00152
8	64	.089	.712	.00792
15	225	.180	2.700	.0324
22	484	.310	6.820	.0961
29	841	.480	13.92	.2304
36	1296	.725	26.10	.5256
43	1849	1.03	44.29	1.060
50	2500	1.29	64.50	1.664
61	3721	1.719	104.859	6.573

$\sum X: 265$        $\sum X^2: 10981$        $\sum Y: 5.862$        $\sum Y^2: 263.94$        $\sum XY: 6.5739$

$$b_1: \frac{\sum XY - \frac{(\sum X)(\sum Y)}{n}}{\sum X^2 - \frac{(\sum X)^2}{n}} = \frac{263.94 - \frac{(265)(5.862)}{9}}{10981 - \frac{(265)^2}{9}} = \frac{91336666}{3178.222}$$

$b_1: .028738$

$$r: \frac{\sum XY - \frac{(\sum X)(\sum Y)}{n}}{\sqrt{\left(\sum X^2 - \frac{(\sum X)^2}{n}\right)\left(\sum Y^2 - \frac{(\sum Y)^2}{n}\right)}} = \frac{263.94 - \frac{(265)(5.862)}{9}}{\sqrt{\left(10981 - \frac{(265)^2}{9}\right)\left(6.5739 - \frac{(5.862)^2}{9}\right)}}$$

$r: \frac{91.3366666}{93.5873911}$  ;  $r: .97595149$

$\bar{X}: 29.44$

$\bar{Y}: .6513$  ;  $S = 0.653$        $S^2 = 0.743$

$b_0: \bar{Y} - b_1(\bar{X})$

$b_0: .6513 - .12874(29.44)$

$b_0: -.1948$

CALCULO DE  $b_1$ ,  $b_0$ , y  $r$ , PARA EL TRATAMIENTO No. 1, CON 16 HORAS DE ILUMINACION DIARIA:

SIENDO X: PESO SEMANAL DEL AVE.

Y: CONSUMO DE ALIMENTO SEMANAL

X	Y	XY	X <sup>2</sup>	Y <sup>2</sup>
.037	.024	.00088	.0013	.000576
.096	.087	.0083	.0092	.0075
.183	.167	.0305	.0334	.0278
.315	.289	.0910	.0992	.088
.497	.484	.240	.247	.234
.739	.673	.497	.546	.452
1.080	.780	.842	1.166	.608
1.347	.894	1.204	1.814	.799
1.620	.991	1.605	2.624	.982
$\Sigma X: 5.914$	$\Sigma Y: 4.398$	$\Sigma XY: 4.520$	$\Sigma X^2: 6.541$	$\Sigma Y^2: 3.201$

$$b_1 = \frac{\Sigma XY - \frac{(\Sigma X)(\Sigma Y)}{n}}{\Sigma X^2 - \frac{(\Sigma X)^2}{n}} ; \frac{4.520 - \frac{(5.914)(4.398)}{9}}{6.541 - \frac{(5.914)^2}{9}} ; \frac{1.6300}{2.6546}$$

$$b_1: .6139$$

$$r = \frac{\Sigma XY - \frac{(\Sigma X)(\Sigma Y)}{n}}{\sqrt{\left(\Sigma X^2 - \frac{(\Sigma X)^2}{n}\right) \left(\Sigma Y^2 - \frac{(\Sigma Y)^2}{n}\right)}} ; \frac{4.520 - \frac{(5.914)(4.398)}{9}}{\sqrt{\left(6.541 - \frac{(5.914)^2}{9}\right) \left(3.201 - \frac{(4.398)^2}{9}\right)}}$$

$$\frac{1.6300}{1.6710} ; r: .9754$$

$$\bar{X}: .657 \quad S = 0.643 \quad S^2 = 0.737$$

$$\bar{Y}: .488 \quad S = 0.342 \quad S^2 = 0.685$$

$$b_0: \bar{Y} - b_1(\bar{X})$$

$$b_0: .488 - .6139(.657) ; b_0: .084$$

CALCULO DE  $b_1$ ,  $b_0$ , y  $r$ , PARA EL TRATAMIENTO No. 2, CON 18 HORAS DE ILUMINACION AL DIA.

SIENDO X: PESO SEMANAL DEL AVE.

Y: CONSUMO DE ALIMENTO SEMANAL.

X	Y	XY	X <sup>2</sup>	Y <sup>2</sup>
.037	.021	.00077	.0013	.00044
.086	.075	.0064	.0073	.0056
.166	.150	.0249	.027	.0225
.314	.301	.0945	.098	.0906
.515	.490	.252	.265	.241
.722	.626	.451	.521	.398
1.011	.815	.823	1.022	.644
1.319	.924	1.218	1.739	.853
1.669	.990	1.652	2.785	.980
$\Sigma X: 5.839$	$\Sigma Y: 4.392$	$\Sigma XY: 4.525$	$\Sigma X^2: 6.468$	$\Sigma Y^2: 3.249$

$$b_1 = \frac{\Sigma XY - \frac{(\Sigma X)(\Sigma Y)}{n}}{\Sigma X^2 - \frac{(\Sigma X)^2}{n}} = \frac{4.525 - \frac{(5.839)(4.392)}{9}}{6.468 - \frac{(5.839)^2}{9}} = \frac{1.675}{2.679}$$

$$b_1 = .6254$$

$$r = \frac{\Sigma XY - \frac{(\Sigma X)(\Sigma Y)}{n}}{\sqrt{\left(\Sigma X^2 - \frac{(\Sigma X)^2}{n}\right)\left(\Sigma Y^2 - \frac{(\Sigma Y)^2}{n}\right)}} = \frac{4.525 - \frac{(5.839)(4.392)}{9}}{\sqrt{\left(6.468 - \frac{(5.839)^2}{9}\right)\left(3.249 - \frac{(4.392)^2}{9}\right)}}$$

$$\frac{1.6755}{1.7910} = r = .935$$

$$\bar{X} = .6487 \quad S^2 = 0.545 \quad S^L = 0.738$$

$$\bar{Y} = .488 \quad S = 0.350 \quad S^2 = 0.592$$

$$b_0 = \bar{Y} - b_1(\bar{X})$$

$$b_0 = .488 - .6250(.6487) = b_0 = .082$$

CALCULO DE  $b_0$ ,  $b_1$ ,  $r$ , PARA EL TRATAMIENTO No. 3, CON 20 HORAS DE ILUMINACION AL DIA.

SIENDO: X: PESO SEMANAL DEL AVE.

Y: CONSUMO DE ALIMENTO SEMANAL.

X	Y	XY	X <sup>2</sup>	Y <sup>2</sup>
.038	.025	.00095	.0014	.000625
.086	.073	.00627	.0074	.0053
.174	.148	.0257	.0302	.0219
.291	.273	.0794	.0846	.0745
.465	.421	.1957	.2162	.177
.725	.648	.4698	.5256	.419
1.011	.851	.860	1.022	.724
1.260	.944	1.189	1.5876	.891
1.542	.999	1.540	2.377	.998
$\Sigma X: 5.592$	$\Sigma Y: 4.382$	$\Sigma XY: 4.367$	$\Sigma X^2: 5.853$	$\Sigma Y^2: 3.312$

$$b_1 = \frac{\Sigma XY - \frac{(\Sigma X)(\Sigma Y)}{n}}{\Sigma X^2 - \frac{(\Sigma X)^2}{n}} = \frac{4.367 - \frac{(5.592)(4.382)}{9}}{5.853 - \frac{(5.592)^2}{9}} = \frac{1.6443}{2.3785}$$

$$b_1 : .69131$$

$$r = \frac{\Sigma XY - \frac{(\Sigma X)(\Sigma Y)}{n}}{\sqrt{\left(\Sigma X^2 - \frac{(\Sigma X)^2}{n}\right)\left(\Sigma Y^2 - \frac{(\Sigma Y)^2}{n}\right)}} = \frac{4.367 - \frac{(5.592)(4.382)}{9}}{\sqrt{\left(5.853 - \frac{(5.592)^2}{9}\right)\left(3.312 - \frac{(4.382)^2}{9}\right)}}$$

$$\frac{1.6443}{1.6742} : r : .9821$$

$$\bar{X} : .621 \quad S = 0.514 \quad S^2 = 0.217$$

$$\bar{Y} : .4868 \quad S = 0.361 \quad S^2 = 0.601$$

$$b_0 : \bar{Y} - b_1(\bar{X})$$

$$b_0 : .4868 - .69131(.621)$$

$$b_0 : .0574$$

CALCULO DE  $b_1$ ,  $b_0$ ,  $r$ , PARA EL TRATAMIENTO No. 4, CON 22 HORAS DE ILUMINACION AL DIA.

SIENDO X: PESO SEMANAL DEL AVE.

Y: CONSUMO DE ALIMENTO SEMANAL.

X	Y	XY	X <sup>2</sup>	Y <sup>2</sup>
.039	.020	.00078	.0015	.0004
.089	.074	.0065	.0079	.0054
.180	.160	.0288	.0324	.0256
.310	.297	.0920	.0961	.088
.430	.440	.2112	.2304	.193
.725	.670	.485	.526	.448
1.030	.870	.896	1.0609	.756
1.290	.954	1.2306	1.6641	.910
1.719	.970	1.6670	2.9549	.940

$\sum X: 5.862$      $\sum Y: 4.455$      $\sum XY: 4.619$      $\sum X^2: 6.573$      $\sum Y^2: 3.370$

$$b_1: \frac{\sum XY - \frac{(\sum X)(\sum Y)}{n}}{\sum X^2 - \frac{(\sum X)^2}{n}} = \frac{4.619 - \frac{(5.862)(4.455)}{9}}{6.573 - \frac{(5.862)^2}{9}} = \frac{1.71731}{2.7548}$$

$b_1: .62336$

$$\frac{\sum XY - \frac{(\sum X)(\sum Y)}{n}}{\sum X^2 - \frac{(\sum X)^2}{n}} : \frac{4.619 - \frac{(5.862)(4.455)}{9}}{6.573 - \frac{(5.862)^2}{9}} : \frac{1.71731}{2.7548}$$

$\frac{1.71731}{1.7912} : r: .9586$

$b_0: \bar{Y} - b_1(\bar{X})$

$b_0: .495 - .62336 (.6513)$

$b_0: .0890$

$\bar{X}: .6513$      $S = 0.553$      $S^2 = 0.743$

$\bar{Y}: .495$      $S = 0.389$      $S^2 = 0.599$

CALCULO DE  $b_0$ ,  $b_1$ ,  $r$ , PARA EL TRATAMIENTO No. 1, CON 16 HORAS DE ILUMINACION AL DIA.

SIENDO X: DIAS DE EDAD DEL AVE.

Y: CONSUMO DE ALIMENTO POR AVE.

X	Y	XY	X <sup>2</sup>	Y <sup>2</sup>
1	.024	.024	1	.00057
8	.087	.696	64	.0075
15	.167	2.505	225	.027
22	.298	6.556	484	.088
29	.484	14.036	841	.234
36	.673	24.228	1296	.452
43	.780	33.540	1849	.608
50	.894	44.700	2500	.799
61	.991	60.451	3721	.982

$\sum X: 265$        $\sum Y: 4.398$        $\sum XY: 186.7$        $\sum X^2: 10981$        $\sum Y^2: 3.19$

$$b_1: \frac{\sum XY - \frac{(\sum X)(\sum Y)}{n}}{\sum X^2 - \frac{(\sum X)^2}{n}} = \frac{186.7 - \frac{(265)(4.398)}{9}}{10981 - \frac{(265)^2}{9}}; \quad b: .01799$$

$$r: \frac{\sum XY - \frac{(\sum X)(\sum Y)}{n}}{\sqrt{\left(\sum X^2 - \frac{(\sum X)^2}{n}\right)\left(\sum Y^2 - \frac{(\sum Y)^2}{n}\right)}} = \frac{186.7 - \frac{(265)(4.398)}{9}}{\sqrt{\left(10981 - \frac{(265)^2}{9}\right)\left(3.19 - \frac{(4.398)^2}{9}\right)}}$$

$r: .9945$

$\bar{X}: 29.44$        $S_x = 18.74$        $S_x^2 = 4.3$   
 $\bar{Y}: .4886$        $S_y = 0.341$        $S_y^2 = 0.584$

$b_0: \bar{Y} - b_1(\bar{X})$

$b_0: .4886 - .01799(29.44)$

$b_0: -.041$

CALCULO DE  $b_1$ ,  $b_0$ ,  $r$ , PARA EL TRATAMIENTO No. 2, CON 18 HORAS DE ILUMINACION AL DIA.

SIENDO X: DIAS DE EDAD DEL AVE.

Y: CONSUMO DE ALIMENTO POR AVE.

X	Y	XY	X <sup>2</sup>	Y <sup>2</sup>
1	.021	.021	1	.00044
8	.075	.600	64	.0056
15	.150	2.25	225	.022
22	.301	6.622	484	.0906
29	.490	14.21	841	.2400
36	.626	22.53	1296	.391
43	.815	35.04	1849	.664
50	.924	46.20	2500	.853
61	.990	60.39	3721	.980

$\sum X: 265$        $\sum Y: 4.392$      $\sum XY: 187.87$        $\sum X^2: 10981$        $\sum Y^2: 3.249$

$$b_1: \frac{\sum XY - \frac{(\sum X)(\sum Y)}{n}}{\sqrt{\sum X^2 - \frac{(\sum X)^2}{n}}}: \frac{187.87 - \frac{(265)(4.392)}{9}}{\sqrt{10981 - \frac{(265)^2}{9}}}: \frac{58.55}{3178.2}$$

$b_1: .0184$

$$r: \frac{\sum XY - \frac{(\sum X)(\sum Y)}{n}}{(\sum X^2 - \frac{(\sum X)^2}{n})(\sum Y^2 - \frac{(\sum Y)^2}{n})}: \frac{.87,87 - \frac{(265)(4.392)}{9}}{(10981 - \frac{(265)^2}{9})(3.249 - \frac{(4.392)^2}{9})}$$

$$\frac{58.55}{59,28}: r: .9876$$

$\bar{X}: 29.44$

$\bar{Y}: .488$

$S = 0.350$        $S^2 = 0.597$

$b_0: \bar{Y} - b_1(\bar{X})$

$b_0: .488 - .0184(29,44)$

$b_0: -.053$

CALCULO DE  $b_0$ ,  $b_1$ ,  $r$ , PARA EL TRATAMIENTO No. 3, CON 20 HORAS DE ILUMINACION AL DIA.

SIENDO X: DIAS DE EDAD DEL AVE.

Y: CONSUMO DE ALIMENTO POR AVE.

X	Y	XY	X <sup>2</sup>	Y <sup>2</sup>
1	.025	.025	1	.000625
8	.073	.584	64	.0053
15	.148	2.22	225	.0219
22	.273	6.006	484	.0745
29	.421	12.209	841	.177
36	.648	23.328	1296	.419
43	.851	36.593	1849	.724
50	.944	47.200	2500	.891
61	.999	60.936	3721	.998

$\sum X: 265$      $\sum Y: 4.382$      $\sum XY: 189.104$      $\sum X^2: 10981$      $\sum Y^2: 3.312$

$$b_1: \frac{\sum XY - (\sum X)(\sum Y)}{\sum X^2 - \frac{(\sum X)^2}{n}} = \frac{189.104 - \frac{(265)(4.382)}{9}}{10981 - \frac{(265)^2}{9}} = \frac{60.078}{3178.22}$$

$$b_1: .0189$$

$$r: \frac{\sum XY - \frac{(\sum X)(\sum Y)}{n}}{\sqrt{(\sum X^2 - \frac{(\sum X)^2}{n})(\sum Y^2 - \frac{(\sum Y)^2}{n})}} = \frac{189.104 - \frac{(265)(4.382)}{9}}{\sqrt{(10981 - \frac{(265)^2}{9})(3.312 - \frac{(4.382)^2}{9})}}$$

$$r: .9816$$

$$\bar{X}: 29.44$$

$$\bar{Y}: .4868 \quad s = 0.36 \quad s^2 = 0.601$$

$$b_0: \bar{Y} - b_1(\bar{X})$$

$$b_0: .4868 - .0189(29.44)$$

$$b_0: -.069$$

CALCULO DE  $b_1, b_0, r$ , PARA EL TRATAMIENTO No. 4, CON 22 HORAS DE ILUMINACION AL DIA.

SIENDO X: DIAS DE EDAD DEL AVE.

Y: CONSUMO DE ALIMENTO POR AVE. (SEMANAL.)

X	Y	XY	X <sup>2</sup>	Y <sup>2</sup>
1	.020	.020	1	.0004
8	.074	.592	64	.0054
15	.160	2,400	225	.0256
22	.297	6.534	484	.088
29	.440	12.76	841	.193
36	.670	24.12	1296	.448
43	.870	37.41	1849	.756
50	.954	47.70	2500	.910
61	.970	59.17	3721	.940

$\sum X: 265$      $\sum Y: 4.455$      $\sum XY: 190.706$      $\sum X^2: 10981$      $\sum Y^2: 3.370$

$$b_1: \frac{\sum XY - \frac{(\sum X)(\sum Y)}{n}}{\sum X^2 - \frac{(\sum X)^2}{n}} = \frac{190.706 - \frac{(265)(4.455)}{9}}{10981 - \frac{(265)^2}{9}} = \frac{59.531}{3178.2}$$

$b_1: .0187$

$$r: \frac{\sum XY - \frac{(\sum X)(\sum Y)}{n}}{\sqrt{\left(\sum X^2 - \frac{(\sum X)^2}{n}\right)\left(\sum Y^2 - \frac{(\sum Y)^2}{n}\right)}} = \frac{190.706 - \frac{(265)(4.455)}{9}}{\sqrt{\left(10981 - \frac{(265)^2}{9}\right)\left(3.37 - \frac{(4.455)^2}{9}\right)}}$$

$\frac{59.531}{60.84}$  ;     $r: .978$

$\bar{X}: 29.44$      $S = 18.74$      $S^2 = 4.03$   
 $\bar{Y}: .495$      $S = 0.259$      $S^2 = 0.599$

$b_0: \bar{Y} - b_1(\bar{X})$

$b_0: .495 - .0187(29.44)$

$b_0: -.055$