

**UNIVERSIDAD INTERNACIONAL ANTONIO DE VALDIVIESO
RIVAS, NICARAGUA**

CARRERA: INGENIERÍA AGRONÓMICA



TESIS PARA OPTAR AL TÍTULO DE INGENIERO AGRÓNOMO

**EVALUACIÓN DE TRES MÉTODOS DE INCUBACIÓN SOBRE LA
ECLOSIÓN DE HUEVOS DE IGUANA VERDE (*Iguana iguana*) EN EL
ZOOCRIADERO DE LA UNIAV, RIVAS 2025.**

AUTOR:

YARALIX BIANEXI RIVERA MENDOZA.

TUTOR:

MARÍA ALEJANDRA CHAMORRO INCER

ASESOR:

BYRON FLORES SOMARRIBA. Ph.D

Rivas, Nicaragua 24 de marzo 2026

**UNIVERSIDAD INTERNACIONAL ANTONIO DE VALDIVIESO
RIVAS, NICARAGUA**

CARRERA: INGENIERÍA AGRONÓMICA



TESIS PARA OPTAR AL TÍTULO DE INGENIERO AGRÓNOMO

**EVALUACIÓN DE TRES MÉTODOS DE INCUBACIÓN SOBRE LA
ECLOSIÓN DE HUEVOS DE IGUANA VERDE (*Iguana iguana*) EN EL
ZOOCRIADERO DE LA UNIAV, RIVAS 2025.**

AUTOR:

YARALIX BIANEXI RIVERA MENDOZA.

TUTOR:

MARÍA ALEJANDRA CHAMORRO INCER

ASESOR:

BYRON FLORES SOMARRIBA. Ph.D

Rivas, Nicaragua 24 de marzo 2026

HOJA DE APROBACIÓN



UNIVERSIDAD INTERNACIONAL
ANTONIO DE VALDIVIESO

Rivas 23 febrero del 2026

Ing. Félix Reyes
Coordinador de Ingeniería Agronómica.
UNIAV
Su despacho,

Estimado, Ing. Reyes

Me dirijo a usted para informarle que **Yaralix Bianexi Rivera Mendoza** egresada de la carrera "**Ingeniería Agronómica**", está lista y en disposición de defender su trabajo monográfico titulado "**Evaluación de tres métodos de incubación sobre la eclosión en huevos de iguana verde (*Iguana iguana*) en el zocriadero de la UNIAV, Rivas 2025**", por tanto, procedemos a realizar la inscripción del informe final.

De no existir cambios mayores, la fecha propuesta para la defensa es el, 20 de marzo a las 10: 00 am. Para lo que se requiere de una sala con los equipos necesarios, así como la asignación del tribunal correspondiente.

Adjuntamos dos copias del trabajo final, así como una copia de las cartas de egresado. Sin más a que referirnos nos despedimos de usted, agradeciendo de antemano su colaboración.

Atentamente

MSc. María Alejandra Chamorro Incer

Tutor

CC:
Unidad de investigación, UNIAV.
Archivo.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

I-	INTRODUCCIÓN	1
II-	OBJETIVOS	3
2.1-	OBJETIVO GENERAL.....	3
2.2-	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	3
III-	HIPÓTESIS	4
3.1-	HIPÓTESIS ALTERNATIVA.....	4
3.2-	HIPÓTESIS NULA	4
IV-	MATERIALES Y MÉTODOS	5
4.1-	UBICACIÓN DEL ESTUDIO.....	5
4.2-	DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO.....	6
4.3-	TIPO DE INVESTIGACIÓN	7
4.4-	DISEÑO EXPERIMENTAL	7
4.5-	DETERMINACIÓN DEL UNIVERSO Y MUESTRA.....	8
4.6-	DESCRIPCIÓN DE LOS TRATAMIENTOS	8
4.7-	EJECUCIÓN Y MANEJO DE LA ETAPA EXPERIMENTAL	11
4.7.1-	Recolección de los huevos	11
4.7.2-	Monitoreo de los métodos de incubación	11
4.7.3-	Eclosión de los huevos	11
4.8-	VARIABLES E INDICADORES	12
4.9-	OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES	12
4.9.1-	Peso de las iguanas	12
4.9.2-	Medición de largo total	13
4.9.3-	Medición de largo del cuerpo	13
4.9.4-	Largo de la cola	13
4.9.5-	Temperatura, humedad y pH	14
4.9.6-	Huevos por postura	15
4.9.7-	Huevos eclosionados	16
4.9.8-	Días a eclosión	16
4.9.9-	Peso	17

4.9.10-	Largo total.....	17
4.9.11-	Largo del cuerpo.....	18
4.10-	PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS	18
V-	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	19
VI-	CONCLUSIONES	31
VII-	RECOMANDACIONES	32
VIII-	BIBLIOGRAFÍA	33
IX-	ANEXOS.....	36

DEDICATORIA

A Dios por darme la sabiduría y las fuerzas necesarias para poder llevar a cabo este trabajo de investigación, él ha sido quien ha escuchado mis oraciones, confortado mi corazón cuando el proceso se tornaba difícil, por haberme tranquilizado con su presencia en el santísimo sacramento del altar, secando mis lágrimas cuando sentía que mis fuerzas se agotaban.

A la memoria de mis abuelitos Félix Pedro Mendoza y Paula Martínez, quienes en vida siempre oraron a Dios y la Virgen Santísima por mi bienestar, mi éxito en cada meta propuesta y que por su fe sus oraciones fueron escuchadas, su luz siempre me acompaña dándome fuerzas desde el cielo para la culminación exitosa de esta etapa de mi vida.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a mis padres Juana María Mendoza y David Nicolas Rivera, por creer en mí desde el inicio de mi vida académica mostrándome su apoyo constante e incondicional, por ser mi motor de fuerza, y siempre tener palabras reconfortadoras para poder convertirme en la primer mujer ingeniera agrónoma de la familia hasta el momento, siendo ahora inspiración para las niñas de la nueva generación, ejemplo de lucha constante y valentía ante las adversidades, esto solo pudo ser posible por todos los valores infundidos en la educación desde casa que fue mi primer escuela.

A mis hermanos, tíos, amigos y familiares que estuvieron presentes emocional, y económicamente durante es esta etapa de mi vida llena de luchas constantes y esfuerzos arduos, para llegar a la meta que estoy culminando hoy.

A la Universidad Internacional Antonio de Valdivieso, por el tiempo de formación y la oportunidad de condescender mis destrezas y conocimientos durante el proceso de mi trabajo de investigación, disponiendo sus instalaciones para llevar a cabo dicho trabajo.

A mi asesor Byron Flores Somarriba. Ph. D, y tutora Msc. María Alejandra Chamorro por su acompañamiento en cada paso y proceso de este trabajo de investigación, por estar al pendiente de cada actividad involucrada en este fin, por convertirse en mi guía técnica y asesoría para lograr obtener un trabajo de excelente calidad.

A mi coordinador de carrera Ing. Félix Reyes por su apoyo, sus consejos y acompañamiento en el proceso de formación en mi carrera para poder culminar de manera grandiosa con este trabajo de investigación.

A los maestros que fueron parte de este proceso, en especial a mi querida maestra Ing. Emilce Santamaría, y el Ing. Roberto Corea por ser mis amigos, guía e instructores para mi vida profesional, ejemplos de lucha, ética y perseverancia.

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Variables e Indicadores	12
Tabla 2. Comparación del porcentaje de eclosión de huevos de iguanas incubadas entre tres métodos.....	19
Tabla 3. Comparación del tiempo hasta la eclosión de huevos de iguana entre tres métodos de incubación.....	19
Tabla 4. Comparación del porcentaje de eclosión de huevos de iguanas incubados en el método de olla.	21
Tabla 5. Comparación del tiempo hasta la eclosión entre las réplicas para el método de incubación Olla.....	21
Tabla 6. Comparación los parámetros ambientales entre los tres métodos de incubación. .	23
Tabla 7. Comparación de frecuencia de la humedad por la mañana en el sustrato para tres métodos de incubación de huevos de iguana.....	26
Tabla 8. Comparación de frecuencia de la humedad por la tarde en el sustrato para tres métodos de incubación de huevos de iguana.....	27
Tabla 9. Medidas promedio y dimensiones corporales.....	27
Tabla 10. Comparación de igualdad de peso y edad de las iguanas madres.....	28
Tabla 11. Comparación de datos biométricos de las iguanas madres.	30

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Ubicación del estudio.....	6
Figura 2. Zoocriadero de la UNIAV.....	7
Figura 3. Esquematización del estudio.....	8
Figura 4. Método de incubación tradicional (Saco) para huevos de I. iguana.	9
Figura 5. Método de incubación semi-artificial (olla) para huevos de I. iguana.	10
Figura 6. Método de incubación Cajas Térmicas (Termo) para huevos de I. iguana	11
Figura 7. Pesaje de las Iguanas.....	12
Figura 8. Medición del largo total de la I. iguana.	13
Figura 9. Medición del largo del cuerpo de la I. iguana.....	13
Figura 10. Medición de la cola de la I. iguana.	14
Figura 11. Medición de Temperatura y Humedad con el Higrómetro.....	15
Figura 12. Contabilización de los huevos por postura.	15
Figura 13. Huevos eclosionados, no eclosionados y viabilidad de los embriones	16
Figura 14. Revisión y conteo de los días al nacimiento.	16
Figura 15. Pesaje de las crías de I. iguana.....	17
Figura 16. Medición del largo total del cuerpo de las crías de I. iguana.	17
Figura 17. Comparación de la velocidad de eclosión de huevos de iguana entre tres métodos de incubación.	20
Figura 18. Comparación de la velocidad de eclosión de huevos de iguana entre dos réplicas (iguana) incubadas por el método de olla.	22
Figura 19. Comparación de pH en las mañanas entre los tres métodos de incubación.....	24
Figura 20. Comparación de pH en las tardes entre los tres métodos de incubación.	25

RESUMEN

La crianza, reproducción y comercio de la iguana verde en cautiverio ha venido generando ingresos a las familias nicaragüenses que se dedican a esta actividad, además de ser parte de la conservación de la vida silvestre. El objetivo de este estudio fue evaluar tres métodos de incubación sobre la eclosión de huevos de iguana verde (*Iguana iguana*) en el zoocriadero de la UNIAV Rivas, para este estudio experimental se utilizó un diseño completamente al azar anidado, conformado por tres grupos considerados los métodos de incubación, uno tradicional (saco), cajas térmicas (termo) y semi-artificial (olla), cada grupo contaba con dos nidos, cada nido provenía de una madre y el número de huevos en cada nido fue heterogéneo, se les dio seguimiento de las condiciones como temperatura, humedad y pH durante 120 días, sobre la variable dependiente tiempo de eclosión y porcentaje de eclosión. Los huevos incubados mediante el método tradicional y en cajas térmicas no presentaron eclosiones (0%). En contraste, el método semi-artificial (olla) alcanzó un porcentaje de eclosión de 18,9%, valor significativamente superior al observado en el método tradicional ($p = 0,030$). Asimismo, el tiempo promedio hasta la eclosión en el método semi-artificial fue de 118 días, significativamente menor que el registrado en los otros dos métodos de incubación ($p < 0,001$). Se detectaron además diferencias significativas entre repeticiones dentro de un mismo método tanto en el porcentaje de eclosión como en el tiempo de eclosión ($p < 0,05$), lo que sugiere variabilidad intratratamiento.

En conjunto, los resultados indican que el método semi-artificial mostró un mayor desempeño en términos de probabilidad de eclosión y menor tiempo de incubación en comparación con los métodos tradicional y de cajas térmicas. No obstante, dado el reducido número de unidades experimentales, estos hallazgos deben interpretarse con preliminar.

Palabras claves: Reptiles, Cautiverio, Iguana, Nidos, Cría.

ANSTRACT

The breeding, reproduction, and trade of green iguanas in captivity has generated income for Nicaraguan families engaged in this activity, in addition to being part of wildlife conservation. The objective of this study was to evaluate three incubation methods on the hatching of green iguana (*Iguana iguana*) eggs at the UNIAV Rivas breeding center. For this experimental study, a completely randomized nested design was used, consisting of three groups based on the incubation methods: traditional (sack), thermal boxes (thermos), and semi-artificial (pot). Each group had two nests, each nest originating from a single mother, and the number of eggs in each nest was heterogeneous. Conditions such as temperature, humidity, and pH were monitored for 120 days, with hatching time and hatching percentage as the dependent variables. Eggs incubated using the traditional method and thermal boxes showed no hatching (0%). In contrast, the semi-artificial method (pot) achieved a hatching rate of 18.9%, which was significantly higher than that observed with the traditional method ($p = 0.030$). Furthermore, the mean time to hatching under the semi-artificial method was 118 days, significantly shorter than that recorded for the other two incubation methods ($p < 0.001$). Significant differences were also detected between replicates within the same method for both hatching rate and time to hatching ($p < 0.05$), suggesting intertreatment variability.

Overall, the results indicate that the semi-artificial method demonstrated better performance in terms of hatching probability and shorter incubation time compared to the traditional and thermal box methods. However, given the limited number of experimental units, these findings should be interpreted as preliminary.

Keywords: Reptiles, Captivity, Iguana, Nests, Breeding.

I- INTRODUCCIÓN

La iguana verde (*Iguana iguana L.*) es un reptil de cuerpo robusto, con cuatro patas y cinco dedos en cada una de ellas, los cuales terminan en unas garras afiladas, posee una cola larga desprovista de anillos, tiene una cresta de púas blandas a lo largo del lomo, desde la nuca hasta la cola, generalmente alcanzan una longitud de 1.80 y 2 m desde el hocico hasta la punta de la cola (Solorzano Aburto & Canales Valle, 2009).

La iguana verde vive en áreas tropicales y subtropicales del continente americano, desde México hasta Brasil y norte de Argentina. En Nicaragua se encuentra en ambas vertientes hasta los 800 m.s.n.m (Esquivel 1999 citado por (García Rodríguez et al., 2022), sin embargo, el consumo de esta especie por los lugareños en los sitios donde se encuentra esta especie ha aumentado significativamente, tanto así que, en México la UICN (Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza) declaró esta especie en peligro de extinción (Silva, 2018).

Las condiciones climáticas en el hábitat de la iguana verde pueden variar significativamente según la ubicación, pueden soportar climas secos o con una alta cantidad de precipitación. No obstante, en Nicaragua, el hábitat de la iguana verde se limita a áreas de baja altitud que no exceden los 1,000 msnm, dado que altitudes superiores no proporcionan las temperaturas adecuadas para que estos réptiles lleven a cabo sus funciones vitales de subsistencia (Köhler, 1999 citado por (Silva, 2018).

Una alternativa que ayude al mantenimiento de esta especie es la crianza en cautiverio. Las primeras experiencias sobre la crianza de iguanas en cautiverio tienen sus orígenes en México, iniciando en la costa de Michoacán en el año 1990 mediante un Programa de Manejo y Conservación de *I. Iguana* para las comunidades locales, obteniendo resultados satisfactorios con un 80.3% de eclosión utilizando arena como substrato en huevos incubados en forma semi-artificial (Villegas Zurita, 1998).

Actualmente, el Gobierno de Reconciliación y Unidad Nacional (GRUN) promueve el desarrollo de emprendimientos con zoocriaderos de diferentes especies. La crianza, reproducción y comercio de especies exóticas en zoocriaderos ha venido generando ingresos a las familias que se dedican a esta actividad y por ende a la economía nacional debido al incremento de sus exportaciones, el país cuenta con más de 200 zoocriaderos certificados de

especie silvestres que se encargan de la producción, mantenimiento y comercialización de especies silvestres (Umaña, 2022).

Según (MARENA, 2020) el desarrollo de zoocriaderos impulsados por el gobierno pretende fortalecer el cuidado y protección de la biodiversidad de los bosques principalmente de las especies silvestres incluyendo las iguanas verdes creando estrategias sostenibles de aprovechamiento mediante un manejo adecuado en cautiverio.

Dadas las circunstancias a las que se enfrenta esta especie en este estudio se aplicaron las técnicas de incubación más eficientes y las medidas necesarias para lograr una reproducción exitosa, mayor sobrevivencia de las crías y por tanto asegurar la viabilidad de la descendencia, debido a que las crías en su estado natural son atacadas fuertemente por depredadores.

El objetivo de esta investigación consistió en la evaluación de tres métodos de incubación sobre la eclosión de huevos de iguana verde (*Iguana iguana*) en el zoocriadero de la UNIAV bajo condiciones de humedad, pH y temperaturas constantes, los resultados obtenidos serán base fundamental para otras líneas de investigación fomentando la diversificación agropecuaria y la conservación de la biodiversidad.

II- OBJETIVOS

2.1- OBJETIVO GENERAL

Evaluar tres métodos de incubación sobre la eclosión de huevos de iguana verde (*Iguana iguana*) en el zocriadero de la UNIAV Rivas.

2.2- OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Comparar la temperatura, humedad y acidez del sustrato en los tres métodos de incubación de huevos.

Contabilizar el número de huevos por postura y eclosionados en cada método de incubación.

Determinar el tiempo de incubación, medido desde la postura hasta la eclosión, en los tres métodos de incubación evaluados.

Describir las características biométricas como tamaño y peso de las crías en cada método de incubación.

III- HIPÓTESIS

3.1- HIPÓTESIS ALTERNATIVA

La incubación de huevos de iguana verde mediante los métodos semi-artificial o de caja térmica, manteniendo condiciones constantes del sustrato, producirá un mayor porcentaje de eclosión en comparación con el método tradicional de incubación.

3.2- HIPÓTESIS NULA

La incubación de huevos de iguana verde mediante los métodos semi-artificial o de caja térmica, manteniendo condiciones constantes del sustrato, producirá un porcentaje de eclosión similar en comparación con el método tradicional de incubación.

IV- MATERIALES Y MÉTODOS.

4.1- UBICACIÓN DEL ESTUDIO

El estudio se ejecutó en el zoológico de la finca Santa María de la UNIAV, ubicada en la comunidad La Chocolate, del municipio de Rivas, en el departamento de Rivas, Nicaragua (Figura 1). El municipio de Rivas cuenta con un clima sabana subtropical con temperaturas que varían desde los 24°C hasta 34°C promedio a lo largo del año, con precipitaciones de 88 mm hasta 1,200 mm anuales, con humedad relativa entre 65 hasta el 84%, con altitudes promedio de 57.77 msnm, además que cuenta especies de flora y fauna típicas de los bosques medianos o bajos, plantas caducifolias (anualmente se revisten de hojas nuevas), son especies de zonas cálidas y semi húmedas (Weather Spark, 2026).

Entre las principales especies forestales presentes en los bosques secos se encuentran el genízaro (*Samanea saman*), el guanacaste (*Enterolobium cyclocarpum*), el pochote (*Bombacopsis quinatum*), el cedro (*Cedrela odorata*) y la caoba (*Swietenia macrophylla*), especies ampliamente utilizadas por el valor de su madera y comunes en ecosistemas tropicales de la región. En cuanto a fauna silvestre, en estos bosques se encuentran especies como la iguana verde (*Iguana iguana*), el garrobo negro (*Ctenosaura similis*), así como aves como el chocoyo (*Brotogeris jugularis*), la urraca (*Calocitta formosa*) y diversas especies de palomas silvestres que forman parte de la biodiversidad del bosque seco tropical del Pacífico de Nicaragua (Garmendia-Zapata, 2011).

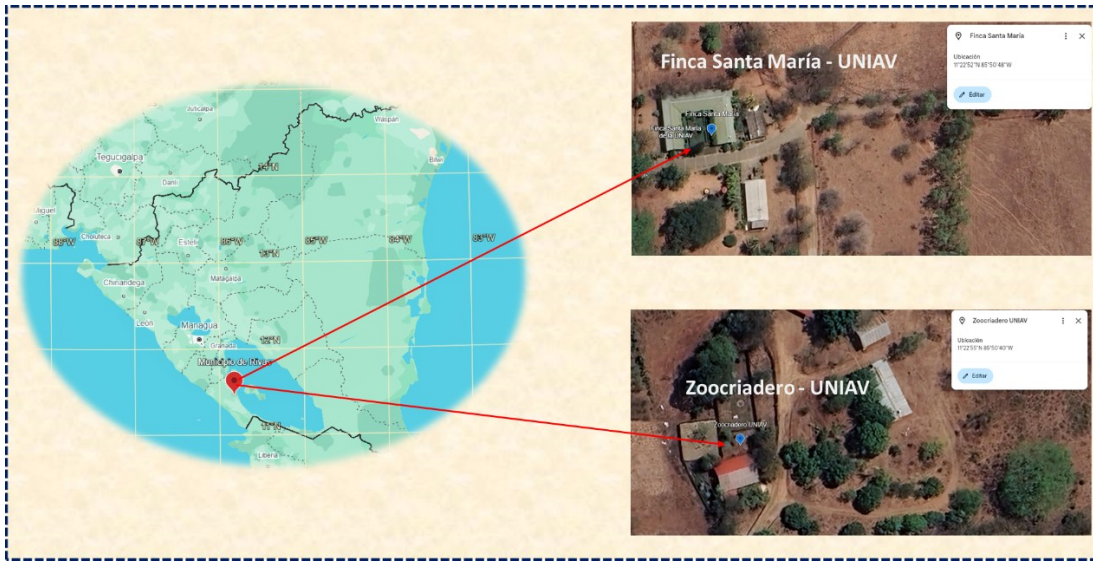


Figura 1 Ubicación del estudio

4.2- DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

El zoocriadero de la UNIAV fue creado en el año 2023, cuenta con un área aproximada de 225 m² (15 m de ancho por 15 m de largo), encerrado con láminas de zinc de 2 m de altura y con 45 cm enterrados en el suelo. El zoocriadero (ver figura 2) cuenta con 2 sitios uno para las iguanas adultas donde la superficie del suelo está cubierta por piedras canteras para evitar el escape de los ejemplares, además, hay dos árboles de Jocote (*Spondias purpurea*) y uno de Mamón (*Melicoccus bijugatus*) para simular su ambiente natural, también se han colocados troncos de árboles secos y una pileta de 1 m de ancho, 1.60 m de largo y 20 cm de profundidad, además se le adicionó un banco de arena para que las iguanas realizaran su postura; el segundo sitio está destinado para las iguanas juveniles, este cuenta con una pileta de 25 cm de profundidad y 1.20 cm de radio teniendo una forma circular. El zoocriadero tiene seis jaulas que se utilizan para realizar la captura de los individuos para la medición de características morfológicas o revisión de la salud general de las iguanas (Figura 2).



Figura 2. Zoocriadero de la UNIAV.

4.3- TIPO DE INVESTIGACIÓN

El tipo de investigación fue experimental debido a la manipulación intensiva de la variable independiente en este caso el método de incubación, para ver su efecto en la variable dependiente, que es el porcentaje de eclosión de los huevos. Se aplicó un enfoque cuantitativo el cual se basa en la recolección y análisis de datos numéricos para probar hipótesis y establecer relaciones entre variables (Hernández Sampieri et al., 2014).

4.4- DISEÑO EXPERIMENTAL

Cada unidad experimental estuvo representada por una iguana hembra en postura con dos iguanas por cada grupo, utilizando un Diseño de Comparación de Grupos (DCG), en este diseño a cada tratamiento (método de incubación) se le asignó al azar dos iguanas hembras, de este modo, los efectos de las variables independientes se dedujeron al comparar las medias de las variables dependientes entre los diferentes tratamientos (Balluerka & Vergara , 2002).

Se utilizó un factor fijo, en este caso los tres tipos de método de incubación, considerando que los nidos fueron las unidades experimentales incorporando una estructura jerárquica (anidada), ya que cada madre solo aportó huevos en un nido, por tanto, cada madre está anidada dentro de cada método de incubación. El seguimiento de los métodos se realizó de forma concurrente ya que los tres grupos se evaluaron simultáneamente durante 120 días, en los que se realizó el control y registro de las variables independiente como la humedad, temperatura y pH en los núcleos. Las variables dependientes evaluadas fueron el tiempo de

incubación requerido para la eclosión y el porcentaje de eclosión dentro de cada método (Figura 3).

Tratamientos			
SACO	N° Huevos	Días de incubación	% de eclosión
1	24	120	0%
2	25	120	0%
TERMO	N° Huevos	Días de incubación	% de eclosión
1	55	120	0%
2	31	120	0%
OLLA	N° Huevos	Días de incubación	% de eclosión
1	35	120	5,70%
2	19	120	42,10%

Figura 3. Esquematización del estudio.

4.5- DETERMINACIÓN DEL UNIVERSO Y MUESTRA

El universo y muestra estuvo conformado por ocho iguanas hembras de 1.5 -2 años del zoocriadero, estas tenían un peso vivo que variaba entre 681 y 2,156.5 gr. Dado que el proyecto del zoocriadero se encontraba en sus primeras etapas y no se logró la viabilidad de la primera postura del año 2024, y debido al número de tratamientos se trabajaron con seis iguanas hembras (dejando sin evaluar las dos de menor peso). Una vez realizada la postura de las iguanas hembras, en un tiempo máximo de 12 horas después se contabilizaron el número total de huevos por postura y se trasladaron al método de incubación asignado al azar.

4.6- DESCRIPCIÓN DE LOS TRATAMIENTOS

El tiempo transcurrido desde el retiro del nido natural hasta ser colocados en cada uno de los tres métodos de incubación fue menor de 15 minutos. Los tratamientos evaluados fueron tres métodos de incubación de huevos de iguanas:

Tratamiento 1: Método de incubación tradicional (Saco)

Incubación tradicional (IT): se utilizaron sacos quintaleros y arena húmeda, primeramente, se llevó a cabo la recolección de los huevos, se contabilizaron y se recolectaron de manera muy cuidadosa usando guantes quirúrgicos, colocándolos en la misma posición que estaban en el nido sobre una bandeja de poroplást de 30 cm x 45 cm con una capacidad promedio de 60 huevos, se trasladaron al sitio donde fueron incubados. Se llenó el saco con arena húmeda hasta los 25cm de altura, se colocaron los huevos y se agregó más arena húmeda dejándolos a una profundidad de 50cm.



Figura 4. Método de incubación tradicional (Saco) para huevos de *I. iguana*.

Tratamiento 2: Incubación semi-artificial (SA)

Para este método se utilizaron ollas de barro y arena húmeda. Las ollas tenían 30 cm de altura y 80 cm de ancho, con capacidad para incubar hasta 40 huevos.

Se realizó la recolección de los huevos, los cuales fueron contabilizados y manipulados cuidadosamente utilizando guantes quirúrgicos. Posteriormente, se colocaron en bandejas de poroplást de 30 cm × 45 cm, con una capacidad promedio de 60 huevos, manteniéndolos en la misma posición en la que se encontraban en el nido para evitar daños en el embrión. Luego fueron trasladados al sitio destinado para su incubación.

Las ollas se llenaron con arena húmeda hasta la mitad y posteriormente se colocaron los huevos, los cuales fueron cubiertos con una pequeña capa de arena, simulando la cámara de incubación presente en el nido natural. Finalmente, se colocó una malla protectora sobre

las ollas para evitar ataques de depredadores o la salida de las crías al momento de la eclosión. Las ollas fueron enterradas en el suelo a una profundidad aproximada de 50 cm.



Figura 5. Método de incubación semi-artificial (olla) para huevos de I. iguana.

Tratamiento 3: Incubación en Cajas Térmicas (CT):

Para este método se utilizaron cajas térmicas o hieleras. Se realizó la recolección de los huevos, los cuales fueron contabilizados y manipulados cuidadosamente utilizando guantes quirúrgicos. Posteriormente, se colocaron en bandejas de poroplást de 30 cm × 45 cm, con una capacidad promedio de 60 huevos, manteniéndolos en la misma posición en la que se encontraban en el nido para evitar daños en el embrión. Luego fueron trasladados al sitio destinado para su incubación.

Las cajas térmicas se llenaron con arena húmeda hasta la mitad y posteriormente se colocaron los huevos, cubriéndolos con una fina capa de arena. Finalmente, se colocó una tela de malla sobre las cajas para evitar que depredadores, como aves y hormigas, dañaran los huevos, así como para prevenir el escape de las crías al momento de la eclosión. Las cajas fueron enterradas y cubiertas con tierra, quedando los huevos a una profundidad aproximada de 40 a 50 cm.



Figura 6. Método de incubación Cajas Térmicas (Termo) para huevos de I. iguana

4.7- EJECUCIÓN Y MANEJO DE LA ETAPA EXPERIMENTAL

4.7.1- Recolección de los huevos

Una vez concluida la postura o desove de los huevos, en un tiempo máximo de 12 horas después se procedió a su recolección en cajas de cartón, usando para ello guantes de látex para manipularlos y evitar la contaminación, luego se trasladaron al sitio para colocarlos en el método de incubación correspondiente. Todo el proceso con la mayor precaución posible para evitar dañar los huevos.

4.7.2- Monitoreo de los métodos de incubación

El período de incubación de los huevos duró aproximadamente 120 días, durante este periodo se realizó un monitoreo diario de la temperatura, pH y humedad, así como los acontecimientos y anomalías durante el proceso de incubación.

4.7.3- Eclosión de los huevos

Una vez iniciada la eclosión en cada método de incubación se registró el número de días y al finalizar la misma se anotó el número de huevos eclosionados, para evaluar la efectividad de cada método.

4.8- VARIABLES E INDICADORES

Tabla 1. Variables e Indicadores

Objetivos específicos	VARIABLES	Indicadores
Registro del peso, largo total, del cuerpo y de la cola de las iguanas (machos y hembras) antes del apareamiento y después de la postura.	Peso	kg
	Largo total del cuerpo	cm
	Largo del cuerpo	cm
	Largo de la cola	cm
Medición de la temperatura y humedad de la arena en los métodos de incubación de huevos.	Temperatura	°C
	Humedad	Categoría
Contabilización del número de huevos por postura y eclosionados en cada método de incubación.	Huevos por postura	Número de huevos
	Huevos eclosionados	Número de cría
Se determinó el número de días desde la postura hasta la eclosión en los tres métodos de incubación.	Días a eclosión	Número de días
Determinación del peso, largo total y del cuerpo de las crías en cada método de incubación.	Peso	gr
	Largo total	cm
	Largo del cuerpo	cm

4.9- OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES

4.9.1- Peso de las iguanas

El peso de las iguanas se tomó en dos momentos: antes del apareamiento y después de la postura. Para el registro de esta variable se hizo uso de una jaula metálica para la captura de cada iguana con el cuidado y precaución necesaria para que estas no se lastimaran, posteriormente se agarraron de forma manual, se introdujeron en un saco que se colocó en una balanza marca Portable Electronic Scale y su peso fue registrado en kilogramos (kg) (Burg et al., 2024).

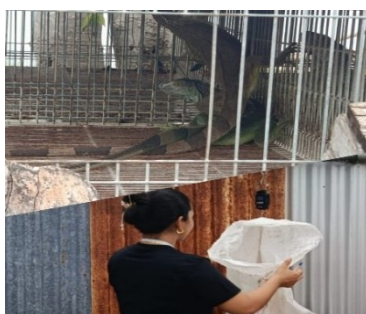


Figura 7. Pesaje de las Iguanas

4.9.2- Medición de largo total

La medición del largo total del cuerpo se realizó en los dos momentos mencionados en la primera variable, para ello se utilizó un centímetro de flexible de costura y se midió la iguana desde la base de la cabeza hasta la punta de la cola. Su dato se registró en cm (Burg et al., 2024).



Figura 8. Medición del largo total de la I. iguana.

4.9.3- Medición de largo del cuerpo

La medición del largo del cuerpo se realizó en los dos momentos mencionados en la primera variable. Esta medida se tomó desde el cuello hasta la vertebra caudal de la iguana, mediante el uso de un centímetro flexible. El dato fue registrado en cm (Burg et al., 2024).



Figura 9. Medición del largo del cuerpo de la I. iguana.

4.9.4- Largo de la cola

La medición del largo de la cola se realizó en los dos momentos mencionados en la primera variable. El largo de la cola se midió colocando el centímetro desde la vertebra caudal

hasta el final de la cola, este procedimiento se realizó cuidadosamente debido a la fragilidad de la cola. Después de medida esta última variable, cada iguana se marcó con cera para evitar repetición de medidas (Burg et al., 2024).



Figura 10. Medición de la cola de la I. iguana.

La medición de estas variables en el primer momento (antes del apareamiento) se realizó en el mes octubre del año 2024.

4.9.5- Temperatura, humedad y pH

Esta se registró mediante el uso de un Higrómetro, para ello se introdujo el higrómetro en la arena y posteriormente se registraba la temperatura, humedad y pH del sustrato. La temperatura se registró en ° C, la humedad en categoría (muy húmedo, húmedo, seco) y pH (Gatto & Reina, 2022). Estas variables fueron monitoreadas diariamente dos veces al día (en la mañana y la tarde).



Figura 11. Medición de Temperatura y Humedad con el Higrómetro.

4.9.6- Huevos por postura

Las iguanas realizaron la postura de sus huevos en un bancal de arena previamente destinado para este fin dentro del zoológico. La localización de cada postura se llevó a cabo mediante la observación del comportamiento de las hembras, las cuales frecuentaban el bancal, seleccionaban cuidadosamente el sitio para la oviposición y realizaban excavaciones en la arena.

Una vez realizada la postura, se procedió a localizar el nido y a desenterrar los huevos cuidadosamente, evitando causarles daño. Posteriormente, los huevos fueron contabilizados y manipulados individualmente, colocándolos en bandejas de poroplást en la misma posición en la que se encontraban en el nido. Finalmente, se trasladaron al área de incubación correspondiente, donde fueron sometidos al método de incubación previamente establecido. Las cantidades de huevos por iguana fueron las siguientes 25, 28, 30, 31, 35 y 57.



Figura 12. Contabilización de los huevos por postura.

4.9.7- Huevos eclosionados

Al final del periodo establecido del proceso incubatorio se contabilizó el número total huevos eclosionados por método, con ello se analizó el porcentaje de eclosión, la viabilidad de los embriones y efectividad de cada método.



Figura 13. Huevos eclosionados, no eclosionados y viabilidad de los embriones

4.9.8- Días a eclosión

Se contabilizaron los días transcurridos desde la postura hasta la eclosión (inicio y finalización) en los tres métodos de incubación en estudio.



Figura 14. Revisión y conteo de los días al nacimiento.

4.9.9- Peso

Posterior a la contabilización del número de huevos eclosionados en cada método de incubación, se tomaron las crías para tomar sus datos como: su peso, largo total, del cuerpo y de la cola. Para registrar el peso, cada una de las crías se colocaron en una pana grande (con una malla encima) y se ubicó en una Balanza digital Electronic Scale con capacidad y precisión de 500 x 0.01gr. El dato fue registrado en gr (Burg et al., 2024) .



Figura 15. Pesaje de las crías de I. iguana

4.9.10- Largo total

En cada cría se midió el largo total (desde la base de la cabeza hasta la punta de la cola) utilizando un centímetro flexible. Su dato se registró en cm (Burg et al., 2024).



Figura 16. Medición del largo total del cuerpo de las crías de I. iguana.

4.9.11- Largo del cuerpo

A cada cría se le tomó el largo del cuerpo, (desde el cuello hasta la vertebra caudal), mediante el uso de un centímetro flexible. El dato se registró en cm (Burg et al., 2024) .

4.10- PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

Para el análisis de los datos sobre las variables relacionadas con los parámetros reproductivos y ambientales de los huevos de *I. iguana*, así como de las características biométricas de las madres y las crías, primero se elaboró una base de datos en el programa Excel donde se digitalizaron los datos recopilados. Los datos numéricos fueron analizados por la prueba de normalidad Shapiro-Wilk. En el análisis de tipo descriptivo los datos de la eclosión se representan como porcentajes, mientras que las variables como las características biométricas, temperatura, humedad y tiempo, se reportan con la medida de tendencia central media. Para la estadística inferencial empleada en la prueba de la hipótesis se comparó el porcentaje de eclosión de huevos entre los métodos aplicando un modelo lineal generalizado (GLM), sin embargo, en dos de los tres métodos no se observó eclosión, para corregir esto en el modelo se aplicó la corrección de Haldane–Anscombe, agregando 0.5 a cada celda de la tabla de contingencia. Para comparar el tiempo de eclosión de huevos entre los tres métodos, se aplicó la prueba de Log Rank en el análisis de supervivencia. Las variables numéricas relacionadas con las condiciones ambientales no presentaron normalidad por lo que la comparación de estas entre los tres métodos se realizó mediante la prueba no paramétrica Kruskal-Wallis. La comparación de las características biométricas se realizó aplicando un análisis de Varianza de un Factor (ANOVA). Se consideró diferencia estadística cuando $p < 0.05$. Los resultados se expresan en tablas y gráfica de supervivencia, para esto se utilizó el Paquete Estadístico para las Ciencias Sociales (SPSS V25).

4.11- INSTRUMENTO DE RECOLECCION DE INFORMACIÓN

Todos los datos fueron registrados en dos bitácoras, la primera “registro de incubación de iguana verde en la UNIAY” contenía información sobre hora, temperatura, humedad y observaciones, el otro instrumento fue el “registro de eclosión largo y peso de las crías” con la información del método, hora, fecha, número de huevos, peso registrado en gramo y las características biométricas (Anexo).

V- RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Tabla 2. Comparación del porcentaje de eclosión de huevos de iguanas incubadas entre tres métodos

Métodos de Incubación	N total	Eclosionados	No eclosionados	Eclosión (%)
Olla	54	10	44	18,5
Saco	49	0	49	0
Termo	85	0	85	0
Global	188	10	178	5,3

Al comparar el porcentaje de eclosión de los huevos de iguana en los tres métodos (tradicional, semi - artificial, cajas térmicas) se observó un resultado del 18,5 % de eclosión en el método semi- artificial (olla), sin embargo, un 0% de eclosión en los otros métodos tanto tradicional (saco) y cajas térmicas (termos) para un porcentaje de eclosión total del 5,3 % (Tabla 2).

Según (Villegas Zurita, 1998) el método de incubación semi-artificial es considerado una alternativa adecuada para pequeños productores, debido a su bajo costo y a que permite mantener condiciones térmicas similares a las de los nidos naturales. No obstante, este método puede verse influenciado por factores ambientales externos, como la presencia de depredadores o variaciones climáticas propias del entorno, entre ellas lluvias intensas o periodos de altas temperaturas. Durante el desarrollo del presente estudio se registraron episodios de fuertes lluvias que ocasionaron la acumulación de agua en algunas incubadoras, lo cual generó condiciones de alta humedad en el sustrato. Estas condiciones pudieron influir en la saturación de los poros de algunos huevos y, en consecuencia, afectar el desarrollo embrionario. A pesar de estas condiciones climáticas, el método de incubación semi-artificial logró registrar resultados positivos, evidenciando su capacidad de funcionamiento incluso bajo variaciones ambientales propias del medio natural.

Tabla 3. Comparación del tiempo hasta la eclosión de huevos de iguana entre tres métodos de incubación

Método de incubación	Media de días	Log Rank (Mantel-Cox)	Significancia
Olla	118,2		
Saco	120,0	19,812	0,000
Termo	120,0		

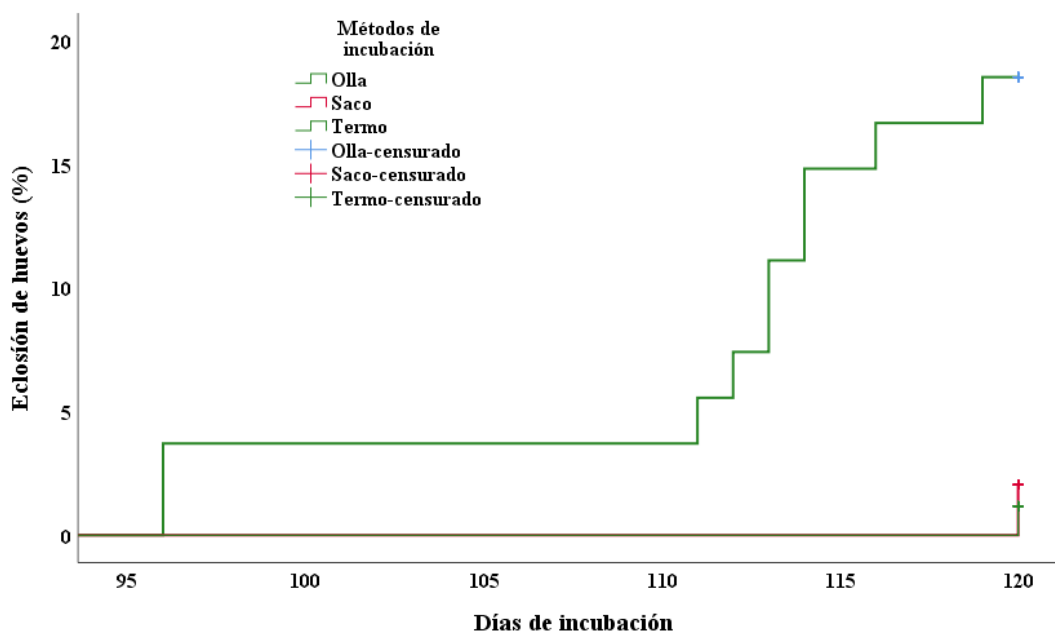


Figura 17. Comparación de la velocidad de eclosión de huevos de iguana entre tres métodos de incubación.

Comparando los días de incubación de los huevos de iguana en los tres métodos se obtuvo como resultado la eclosión de los huevos en 118 días promedio en el método semi-artificial mientras que para el método tradicional y cajas térmicas se llegó a los 120 días sin eclosión, la comparación de los tiempos de eclosión de huevos de los tres métodos presentó diferencia significativa según la prueba de Log Rank (Mantel-Cox) ($p < 0.01$). (Tabla 3, Figura 17).

Este resultado se obtuvo en este rango de días ya que la temperatura se mantuvo en el rango mínimo de 28 °C, en comparación con lo óptimo, este resultado se asimila a lo expresado en (Gingell, 2005) “La incubación dura entre 90 y 120 días. La temperatura debería oscilar entre 85 y 91 grados Fahrenheit” esta temperatura equivale a 26.7 – 32.2. La duración del periodo depende de la temperatura ambiental, se reduce a temperaturas elevadas y se prolonga a temperatura baja (Santana et al., 2010).

En el caso de los métodos que no presentaron eclosión se descartaron a los 120 días por la presencia de hedor, moho y la coloración negra, para el método de incubación de cajas térmicas y semi-artificial, en el caso del método tradicional los huevos presentaron una

coloración de moho amarillento, estos estaban arrugados y sin signos vitales de posibles embriones.

Tabla 4. Comparación del porcentaje de eclosión de huevos de iguanas incubados en el método de olla.

Réplicas	N total	Eclosionados	No eclosionados	Eclosión (%)
Dos	19	8	11	42,10%
Uno	35	2	33	5,70%
Global	54	10	44	18,50%

Al contrastar el porcentaje de eclosión de los huevos de iguana en el método semi-artificial (ollas), en las dos ollas en observación, se alcanzó un porcentaje de eclosión de apenas un 5,7% a los 96 días en la olla uno, sin embargo, un 42,1% hasta los 118 días en la olla dos (Tabla 4).

Estos resultados de eclosión a los 96 días se obtienen en un porcentaje muy bajo, ya que después del nacimiento de las pequeñas crías la incubadora sufrió una alteración de humedad y bajas temperaturas debido a la inundación producto de las fuertes lluvias, esto provocó que los embriones que aún no nacían murieran por la saturación de agua y falta de oxígeno. Cabe señalar que este método de incubación se encontraba enterrado; para realizar las mediciones de temperatura y humedad se introducía el sensor o aguja del higrómetro hasta entrar en contacto con el sustrato, sin necesidad de destapar o desenterrar la olla.

Tabla 5. Comparación del tiempo hasta la eclosión entre las réplicas para el método de incubación Olla

Réplica	Media de días	Log Rank (Mantel-Cox)	Significancia
Dos	117,474	10,301	0,001
Uno	118,629		

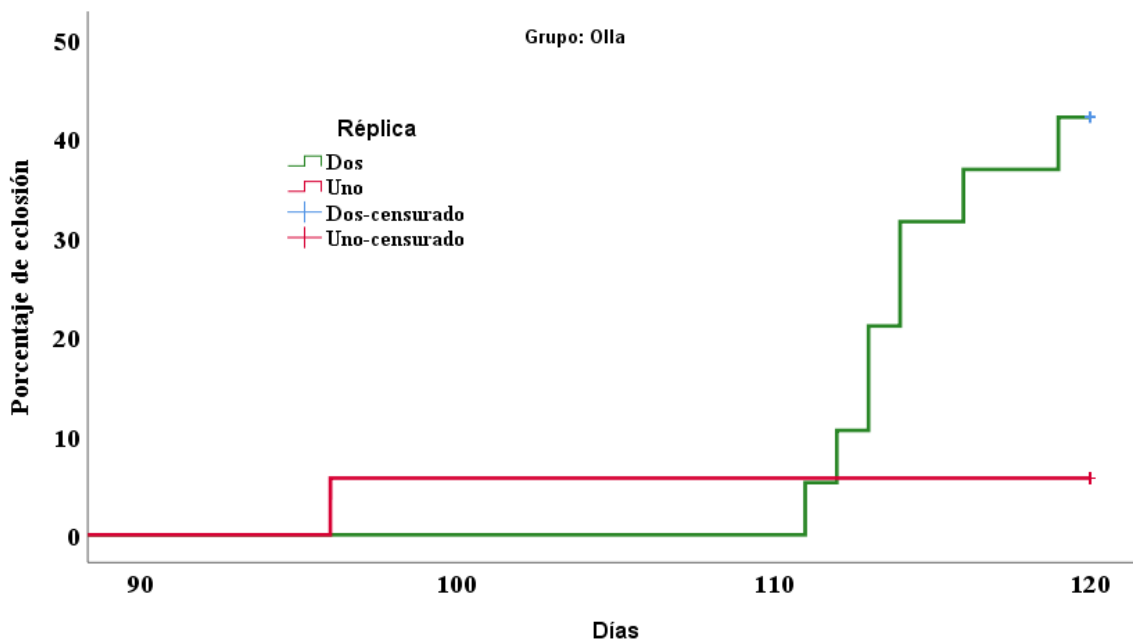


Figura 18. Comparación de la velocidad de eclosión de huevos de iguana entre dos réplicas (iguana) incubadas por el método de olla.

Comparando el tiempo hasta la eclosión en el método semi – artificial se determina un resultado de 117,4 días para la olla dos y 118,6 para la olla uno donde según la prueba de Log Rank (Mantel-Cox) realizada a este método indica una diferencia significativa de ($p < 0,001$), (Tabla 5. Figura 18).

Se alcanzan estos resultados dado que la temperatura se mantuvo en el rango mínimo de 28°C como lo expresa (Esquivel et al., 1999), quien refiere que los termos tienen que mantener una temperatura de 28°C a 29°C, y (Santana et al., 2010) dice que “La duración del periodo depende de la temperatura ambiental, se reduce a temperaturas elevadas y se prolonga a temperatura baja” a diferencia de lo dicho por (Aguilar Sánchez, 2010), quien encontró que los huevos se mantuvieron a una temperatura de entre ± 30 °C y una humedad relativa de $\pm 60\%$, y la única cría que se obtuvo, eclosionó a los 134 días de incubación sobrepasando con 44 días los 90 días promedio de incubación. Esto indica que la eclosión no depende solamente de la humedad y temperatura de las incubadoras o tratamientos, sino que están relacionadas a otras variables que pueden ser biológicas o nutricionales por parte de las madres.

Tabla 6. Comparación los parámetros ambientales entre los tres métodos de incubación.

Variable	Parámetro	Olla	Saco	Termo	H de Kruskal-Wallis
Temperatura matutina	Media	27,3 5	27,3 5	27,59	0,128
	Mediana	27,0 0	27,0 0	27,00	
	Rango	6,00	6,00	8,00	
Temperatura por la tarde	Media	28,2 3	28,4 1	28,56	0,157
	Mediana	28,0 0	28,0 0	28,00	
	Rango	6,00	6,00	8,00	
pH por la mañana	Media	6,98	6,90	6,92	0,010
	Mediana	7,00	7,00	7,00	
	Rango	1,00	2,00	1,50	
pH por la tarde	Media	6,98	6,91	6,94	0,005
	Mediana	7,00	7,00	7,00	
	Rango	1,00	1,50	1,00	

Se realizó la comparación de parámetros ambientales en los tres tratamientos, la comparación de rangos de temperatura mediante la prueba H de Kruskal-Wallis indicó que las temperaturas en la mañana y en la tarde dentro del sustrato fueron similares ($p \geq 0,05$) entre los métodos de incubación para huevos de iguana, sin embargo, el pH si presentó diferencia significativa ($p=0,010$) para la comparación entre grupo por la mañana y de ($p=0,005$) cuando se comparó el pH obtenido en las tardes entre los tres grupos, (Tabla 6).

Utilizando el mismo tipo de sustrato, bajo las mismas condiciones el resultado de temperatura se mantuvo similar en los tres métodos permitiendo permanecer dentro del rango de temperaturas indicadas en otras literaturas como lo refleja (Santana et al., 2010) , que en ese estudio la temperatura de incubación fue de 28 a 34°C, esto indica que los resultados de temperatura en este estudio y los materiales utilizados en estos métodos se mantuvieron controlados favoreciendo el desarrollo embrionario y que el resultado final no tenía obstrucción directa del método si no de otras variables.

En el caso del pH si hubo diferencia significativa entre los valores de la mañana y la tarde, lo que pudo estar relacionado con el desarrollo embrionario en alguno de los métodos

utilizados por la exposición directa al ambiente. La variación del pH se debe controlar para evitar interferencias así como lo expresado por (Gatto & Reina, 2022) donde “*Los recipientes se taparon para minimizar la evaporación*”.

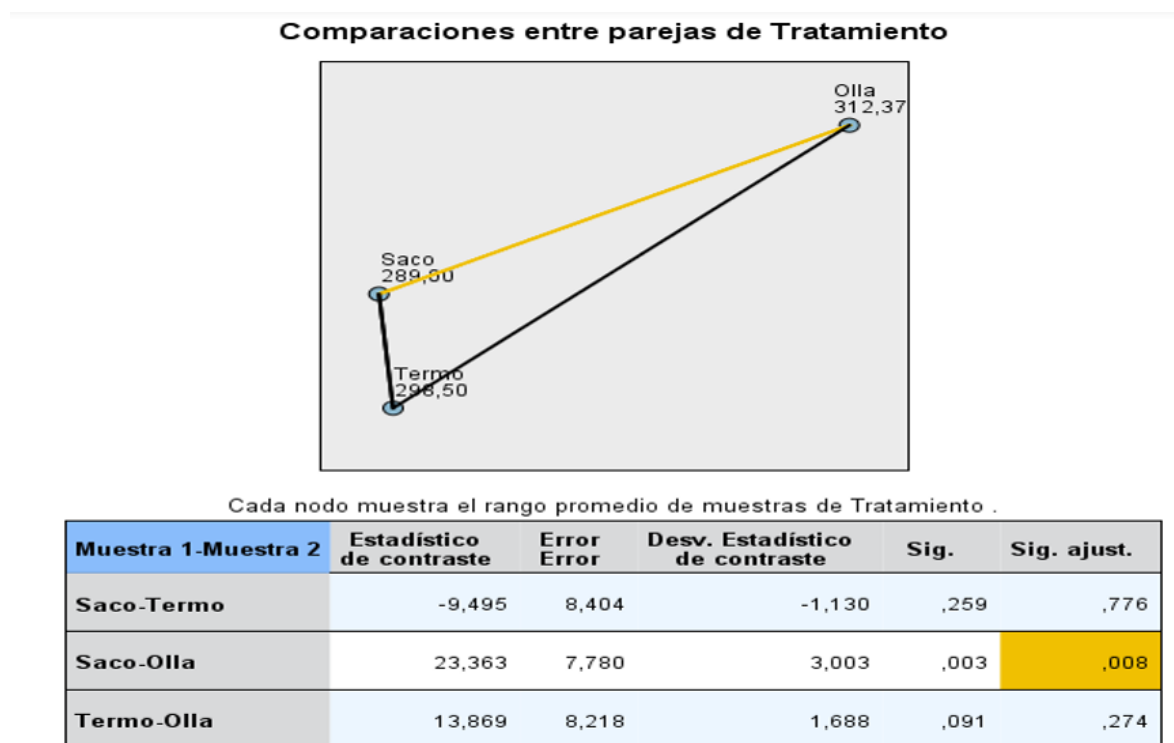


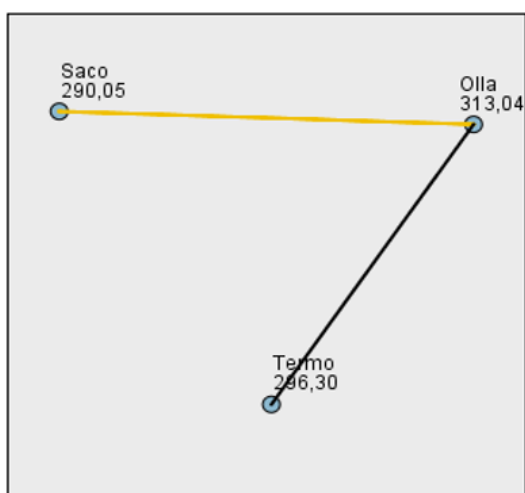
Figura 19. Comparación de pH en las mañanas entre los tres métodos de incubación.

La comparación por parejas de métodos mostró que el pH en la mañana en el saco vs termo no tiene diferencia significativa ($p=0,776$), mientras que en el saco vs olla se observó diferencia significativa ($p=0,008$), mientras tanto, el pH en termo vs olla fue similares ($p=0,274$), según la prueba de Bonferroni para pruebas varias, (Figura 19).

Estos resultados muestran la efectividad de la autorregulación que tiene el método semi-artificial en cuanto al pH ya que se utilizaron las mismas cantidades y tipo de sustrato en los tres métodos, marcando la diferencia el tratamiento tradicional (saco) esto se debe a la exposición al aire libre del saco, mientras que el tratamiento semi-artificial (olla) y el de cajas térmicas (termo) estuvieron cubiertos de tierra completamente.

Estos resultados sugieren que la eficacia del método semi-artificial podría estar asociada a una mejor estabilidad fisicoquímica del sustrato. Si bien se utilizaron la misma composición y cantidad de sustrato en todos los tratamientos, es probable que las diferencias en la exposición influyeran en las condiciones internas del nido. Los métodos semi-artificial (olla) y caja térmica (termo) se cubrieron completamente con tierra a una profundidad de 50 cm en el suelo, el método tradicional estuvo expuesto al aire libre, lo que podría haber promovido condiciones más estables de humedad e intercambio de gases. Está bien establecido que el microambiente de incubación, incluyendo la humedad del sustrato y el intercambio de gases, influye considerablemente en el desarrollo embrionario y el éxito de la eclosión en reptiles (Booth, 2006; Deeming, 2004).

Comparaciones entre parejas de Tratamiento



Cada nodo muestra el rango promedio de muestras de Tratamiento .

Muestra 1-Muestra 2	Estadístico de contraste	Error Error	Desv. Estadístico de contraste	Sig.	Sig. ajust.
Saco-Termo	-6,255	7,889	-,793	,428	1,000
Saco-Olla	22,995	7,304	3,148	,002	,005
Termo-Olla	16,740	7,715	2,170	,030	,090

Figura 20. Comparación de pH en las tardes entre los tres métodos de incubación.

Efectuando las pruebas de semejanza entre parejas de pH para los métodos en la tarde, mostró como resultado una diferencia significativa de ($p < 0.05$) según Bonferroni para

pruebas varias, en el caso de saco vs olla, por otro lado, para termo vs saco coexistieron idénticas con un valor de ($p=1,000$) y similares el termo vs olla con un valor de ($p=0,090$), (Figura 20).

La capacidad de mantener uniformidad en el sustrato, en las ollas es más efectivo que en los otros tratamientos, dado que el saco pierde la humedad de manera muy rápida, mientras el termo la mantiene estática, esto justifica la variación del pH entre estos dos métodos manteniéndose los resultados idénticos según las pruebas realizadas, sin embargo, el termo y la olla apenas llegan a ser similares atribuyéndose esta similitud a que estos estaban cubiertos totalmente.

Tabla 7. Comparación de frecuencia de la humedad por la mañana en el sustrato para tres métodos de incubación de huevos de iguana.

Método de incubación	Seco	Húmedo
Olla	116 51,10%	111 48,90%
Saco	38 18,50%	167 81,50%
Termo	124 73,80%	44 26,20%
Chi-cuadrado de Pearson	$p < 0,001$	

Se observó una diferencia significativa en la frecuencia de humedad del sustrato por la mañana entre los tres métodos de incubación evaluados (olla, saco y termo) para los huevos de iguana (χ^2 de Pearson, $p < 0,001$). En el método de incubación en olla, el 48,90 % presentó un sustrato húmedo, en contraste, el método saco presentó una mayor proporción de humedad, con un 81,50 % de sustratos húmedos frente a un 18,50 % de secos, (Tabla 7).

El método semi-artificial logró mantener un margen de humedad adecuado para permitir la sobrevivencia de las crías, sin embargo, el saco por su inestabilidad y exceso de humedad interrumpió del proceso de formación de embriones por ende la nula eclosión de mismos, así lo indica (Miller, 1987) cuando dice que “*Las condiciones hídricas afectan el metabolismo y el crecimiento de los embriones*” esto comprueba una vez más que para obtener resultados positivos y satisfactorios se deben utilizar métodos que favorezcan la formación del embrión desde el día inicial.

Tabla 8. Comparación de frecuencia de la humedad por la tarde en el sustrato para tres métodos de incubación de huevos de iguana.

Método de incubación	Seco	Húmedo
Olla	115 50,70%	112 49,30%
Saco	49 23,90%	156 76,10%
Termo	123 73,20%	45 26,80%
Chi-cuadrado de Pearson	p<0,001	

Se evidenció una diferencia significativa en la frecuencia de humedad del sustrato por la tarde entre los tres métodos de incubación evaluados (χ^2 de Pearson, $p < 0,001$). En el método de incubación en olla, las condiciones de humedad fueron equilibradas, con un 49,30 % de sustratos húmedos. En el método saco, predominó la humedad, registrándose un 76,10 % de sustratos húmedos. En contraste, el método termo mostró una frecuencia 26,80 % de sustratos húmedos, (Tabla 8).

Según lo mencionado en otras literaturas (Bell et al., 2025) el método de la olla es más efectivo por mantener el equilibrio de las condiciones necesarias para el desarrollo de los neonatos desde sus primeras etapas, sin embargo en el saco se mantiene mayor humedad por la exposición libre a la lluvia y al viento, sin embargo la olla funciona como barrera de protección ante estos acontecimientos y tiene sus propios canales de drenaje en caso de inundación leve, contrario a lo que ocurre en el termo, este mantiene un poco equilibrada las condiciones antes mencionadas pero en caso de inundación se encharca el sustrato ya que no tiene la capacidad de drenar el agua acumulada.

Tabla 9. Medidas promedio y dimensiones corporales.

	Peso (KG)	Largo total (cm)	Largo del cuerpo (cm)	Largo de la cola (cm)
N	10	10	10	10
Media	0,248	10,95	2,95	6,05
Desv. Desviación	0,00422	0,1581	0,1581	0,1581

Se evaluaron diez individuos, obteniéndose las medidas promedio de peso y dimensiones corporales. El peso promedio fue de $0,248 \pm 0,00422$ kg, mientras que el largo total registró una media de $10,95 \pm 0,1581$ m. En cuanto a las proporciones corporales, el largo del cuerpo presentó un valor promedio de $2,95 \pm 0,1581$ m, y el largo de la cola alcanzó una media de $6,05 \pm 0,1581$ m. (Tabla 9)

Estos resultados están por debajo de la biometría registrada en otros estudios como el que presenta (Arcos-García et al., 2010) con peso al nacimiento de 12.5 ± 2.3 g y longitud hocico-cloaca de 7.0 cm, esto puede estar estrictamente relacionado con el estado nutritivo y de madures sexual de las madres, ya que las que menciona este autor estaban en un rango de edad mucho mayor a las de este estudio.

Tabla 10. Comparación de igualdad de peso y edad de las iguanas madres.

	Edad (Años)	Peso (KG)
H de Kruskal-Wallis	2,75	2,457
gl	2	2
Sig. asintótica	0,253	0,293

Se realizó una Prueba de Kruskal Wallis para diferencias significativas en las edades y peso de las iguanas madre para los tres métodos implementados, encontrando que no hubo diferencia significativa de edad ($p= 0,253$) y ($p=0,293$) de peso. (Tabla 10)

Estos resultados muestran que no hubo diferencia significativa en el peso y la edad de las madres, sin embargo, se encontraron en peso y edad muy baja en comparación con otros resultados, por ejemplo en el presentado por (Arcos-García et al., 2010) En el periodo de proestro las hembras de *Iguana iguana* que tenían en estudio mostraron un peso vivo promedio de 975 g (570.9 a 1 380.5 g), longitud hocico-cloaca de 27.9 ± 3.4 cm, longitud de la cabeza de 5.0 ± 0.7 cm. También expresa que la edad tiene mucha relación con el peso de los huevos por ende con el peso de las crías al nacer, “*El peso vivo de las hembras al final de la gestación (PVFG) se correlaciona positivamente con el peso total de huevos puestos, y que Las variables originales de las hembras correlacionadas con las variables de las crías*

indican que el peso de las crías se correlaciona positivamente con las variables de las hembras”.

Tabla 11. Comparación de datos biométricos de las iguanas madres.

	Métodos	Media	Desviación. Desviación	Significancia (ANOVA)
Largo total	Olla	100.00	8.76	0,347
	Saco	94.50	3.70	
	Termo	101.70	7.23	
Largo del cuerpo	Olla	25.00	4.16	0,129
	Saco	22.13	1.03	
	Termo	26.50	2.12	
Largo de la cola	Olla	72.75	8.02	0,365
	Saco	66.38	2.29	
	Termo	68.68	6.43	

En la comparación de datos biométricos con ANOVA de las iguanas madres no se encontró nivel de significancia en ninguno de los grupos, (*Tabla 11*).

Este resultado indica que no se encontró nivel de significancia que pudiera interferir en los resultados finales de la eclosión de los huevos entre los métodos ya que todas se encontraron con los mismos resultados de biometría, reflejando que la nula eclosión en los tratamientos de saco y termo podría estar relacionadas a otras condiciones nutricionales en su alimentación y estado de salud tal como se describen para otros reptiles (Marks et al., 2023), por lo que es necesario hacer énfasis en todo lo relacionado con reproducción de las madres para los próximos estudios.

VI- CONCLUSIONES

Los tres métodos de incubación presentaron similitud en los valores de temperatura en la mañana y en la tarde

Los porcentajes de humedad fueron diferentes entre los tres métodos en la mañana y por la tarde, con una mayor frecuencia en sustrato del método de incubación tradicional (saco).

El porcentaje de eclosión de huevos de *Iguana iguana* fue mayor en el método de incubación semi-artificial (olla), en comparación con el método tradicional (saco) y cajas térmicas.

Se observó diferencia en el porcentaje eclosión entre las réplicas del mismo método de incubación semi-artificial.

El tiempo medio requerido para la eclosión de huevo fue menor por el método de incubación semi-artificial.

Las características biométricas de las crías se encontraron por debajo de los parámetros esperados.

VII- RECOMANDACIONES

Realizar estudio con mayor número de repeticiones por tratamiento, según los resultados obtenidos se estima entre 8 a 10 repeticiones por método para una potencia mayor del 80%.

Evaluar los parámetros reproductivos y nutricionales de las madres y su relación con el porcentaje de eclosión de huevos de *Iguana iguana* y las características de las crías.

Antes de la instalación de las unidades experimentales realizar una evaluación por riesgo de acontecimientos ambientales que pudieran afectar los métodos de incubación.

Estandarizar las condiciones experimentales de tal forma que la única variable independiente evaluada sea el método de incubación.

VIII- BIBLIOGRAFÍA

- Aguilar Sánchez, D. (2010). *REPRODUCCION, COMPORTAMIENTO, MANEJO E HIDRATAACION EN CAUTIVERIO DE IGUANIDOS*.
- Arcos-García, J. L., Mendoza Martínez, G. D., Bárcena Gama, R., Villarreal Espino Barros, O., & Leyte Morales, G. E. (2010). Análisis reproductivo en hembras de Iguana iguana criadas en cautiverio en Oaxaca, México. *Veterinaria México*, 41(4), 251-262.
- Bell, C., Raynal, R., Noble, D., Schwanz, L., Warner, D., Pruett, J., & Riley, J. (2025). The effect of moisture during development on phenotypes of egg-laying reptiles: A systematic review and meta-analysis. *The Journal of experimental biology*, 228. <https://doi.org/10.1242/jeb.249960>
- Booth, D. T. (2006). Influence of incubation temperature on hatchling phenotype in reptiles. *Physiological and Biochemical Zoology: PBZ*, 79(2), 274-281. <https://doi.org/10.1086/499988>
- Burg, M. P. van den, Kappelhof, J., Mitchell, A., & Debrot, A. O. (2024). Exploring the Potential of Morphometrics to Inform the Conservation of Iguana delicatissima. *Conservation*, 4(4), 617-626. <https://doi.org/10.3390/conservation4040038>
- Deeming, D. C. (2004). *Reptilian Incubation: Environment, Evolution and Behaviour*. Nottingham University Press.
- Esquivel, F., Jiménez Elizondo, A., Solís Rivera, V., & Ayales Cruz, I. (1999). *Aspectos biológicos del manejo de la iguana en el proyecto comunitario de la Cooperativa Omar Baca en la Península de Cosigüina*. IUCN. <https://portals.iucn.org/library/node/7627>

- García Rodríguez, F. A., Gómez Díaz, E. W., & Suarez Talavera, K. J. (2022). *Evaluación de la abundancia e intensidad de la carga parasitaria gastrointestinal en iguanas verdes (Iguana iguana) en zocriaderos del municipio de Telica y León, marzo 2022* [Thesis]. <http://riul.unanleon.edu.ni:8080/jspui/handle/123456789/9456>
- Garmendia-Zapata, M. (2011). Monitoreo de la fauna silvestre en bosque tropical seco secundario, Nandarola, Nandaime, Nicaragua. *La Calera*, 11(16), 24-32. <https://repositorio.una.edu.ni/2371/>
- Gatto, C. R., & Reina, R. D. (2022). A review of the effects of incubation conditions on hatchling phenotypes in non-squamate reptiles. *Journal of Comparative Physiology B*, 192(2), 207-233. <https://doi.org/10.1007/s00360-021-01415-4>
- Gingell, F. (2005). *Iguana iguana (Iguana verde común) | INFORMACIÓN | Red de Diversidad Animal*. RED DE DIVERSIDAD ANIMAL. https://animaldiversity.org/accounts/Iguana_iguana/
- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, P. (2014). *Metodología de la investigación*. McGraw Hill España. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/libro?codigo=775008>
- MARENA. (2020). *Manual Iguana Verde (Iguana iguana)* [Manual].
- Marks, J. R., Sorlin, M., & Lailvaux, S. P. (2023). The maternal energetic environment affects both egg and offspring phenotypes in green anole lizards (*Anolis carolinensis*). *Ecology and Evolution*, 13(1), e9656. <https://doi.org/10.1002/ece3.9656>
- Miller, T. J. (1987). Artificial incubation of eggs of the green iguana (*Iguana iguana*). *Zoo Biology*, 6(3), 225-236. <https://doi.org/10.1002/zoo.1430060305>

- Santana, B. P., Arcos-García, J. L., López-Pozos, R., Martínez, G. D. M., & Pérez, F. X. P. (2010). Parámetros reproductivos de la iguana verde (*Iguana iguana*) en condiciones de cautiverio en Oaxaca, México. *Revista Científica*, *XX*(5), 467-472.
- Silva, B. (2018). *Bases técnicas para el manejo y crianza en cautiverio de la iguana verde (Iguana iguana): Una compilación para biólogos y zootecnistas*.
- Solorzano Aburto, E. L., & Canales Valle, S. M. (2009). *Estudio de las estructuras anatómicas de la especie iguana verde (iguana iguana) en Nicaragua* [Bachelor, Universidad Nacional Agraria, UNA]. <https://repositorio.una.edu.ni/1413/>
- Umaña, L. (2022). *Zoocriaderos: Especies exóticas con gran demanda en mercados internacionales*. El 19 Digital. <https://www.el19digital.com/articulos/ver/129850-zoocriaderos-especies-exoticas-con-gran-demanda-en-mercados-internacionales>
- Villegas Zurita, F. (1998). *Técnicas de incubación de huevos de iguana (Reptilia: Iguanidae) en México*.
- Weather Spark. (2026). *El clima en Rivas, el tiempo por mes, temperatura promedio (Nicaragua)—Weather Spark*. <https://es.weatherspark.com/y/14918/Clima-promedio-en-Rivas-Nicaragua-durante-todo-el-a%C3%B1o>

IX- ANEXOS



Ubicación de la postura



Lugar de la postura



Colocación del tratamiento olla



Colocación de la tela malla



Tapado de la olla a 50 cm



Ubicación de los tratamientos

Registro De Eclosión, Largo y Peso De Las Crías



UNIVERSIDAD INTERNACIONAL ANTONIO DE VALDIVIESO RIVAS
NICARAGUA

Unidad: Investigación

Correspondencia interna

Trabajo De Investigación "Parámetros Ambientales Y Reproductivos Asociados A Métodos Alternativos De Incubación De Huevos De Iguana Verde En El Zoológico De La Uniav.

Registro De Eclosión, Largo y Peso De Las Crías

Fecha:

Responsable:

Registradora:

Nº total de Huevos:

Nº de Huevos por método:

Días de incubación:

Método:		Fecha y Hora:		Observación
Nº de huevos	Peso g	Largo total cm	Largo del cuerpo cm	
1.				
2.				
3.				
4.				
5.				
6.				
7.				
8.				
9.				
10.				
11.				
12.				

Formato de llenado de datos para las crías



Cría de 10 días de nacida