**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA - ESCUELA DE POSGRADO**

**DOCTORADO EN INGENIERÍA Y CIENCIAS AMBIENTALES**

****

**DISEÑO Y ANÁLISIS DE EXPERIMENTOS EN INGENIERÍA Y CIENCIAS AMBIENTALES**

**Actividad:** Trabajo encargado de teoría

**Docente:**

Ph.D. Christian René Encina Zelada

**Presenta:**

Agatha Estefanía Raquel Prado Gárate

**Lima – Perú**

**08 de octubre del 2024**

**Trabajo encargado de teoría:  
Diseño Completamente al Azar – DCA**

**CONTENIDO:**

[I. INTRODUCCIÓN 2](#_Toc177417079)

[II. OBJETIVO 2](#_Toc177417080)

[III. MARCO TEÓRICO 2](#_Toc177417081)

[IV. METODOLOGÍA 3](#_Toc177417082)

[V. RESULTADOS Y DISCUSIONES 7](#_Toc177417083)

[VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 14](#_Toc177417084)

[VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS 15](#_Toc177417085)

[VIII. ANEXOS 16](#_Toc177417086)

# INTRODUCCIÓN

En el presente estudio, se llevará a cabo un análisis de varianza (ANOVA) para evaluar los efectos de distintos tratamientos de pastoreo sobre las concentraciones de NH4+-N, NO3-N y fósforo (P) en suelos de una pradera alpina en la meseta de Zoige, China. Los tratamientos considerados en este estudio incluyen cuatro intensidades de pastoreo: G0 (sin pastoreo), G0.7 (pastoreo ligero), G1.2 (pastoreo moderado) y G1.6 (pastoreo intensivo), como se describe en el artículo base. El objetivo del análisis es determinar si existen diferencias significativas entre los tratamientos en cuanto a los niveles de nitrógeno y fósforo en el suelo, elementos críticos en la regulación de los flujos de N2O, como sugieren estudios previos (Zhan et al., 2021).

El ANOVA es una técnica estadística que permite comparar medias entre varios grupos y es útil en experimentos de diseño completamente aleatorizado (DBCA). Este método ha sido ampliamente utilizado en estudios de ecología y ciencias del suelo para evaluar los efectos de tratamientos sobre múltiples variables de respuesta. En este trabajo, se utilizará el bloque NH4+-N, NO3-N y P como las principales variables de respuesta, mientras que los tratamientos G0, G0.7, G1.2 y G1.6 constituirán los niveles del factor a evaluar. Los resultados se analizarán utilizando software estadístico R, complementado con hojas de cálculo de Excel para la organización de los datos.

Se espera que los niveles de NH4+-N y NO3-N, dos formas clave de nitrógeno en el suelo, muestren respuestas diferenciadas a las intensidades de pastoreo debido a la influencia del pisoteo y la deposición de excrementos animales, como lo han indicado estudios similares en praderas alpinas (Luo et al., 2008). Además, se analizará la interacción entre el contenido de fósforo en el suelo y los tratamientos de pastoreo, ya que el fósforo disponible ha sido identificado como un factor clave en los procesos de nitrificación y descomposición del nitrógeno en sistemas de pastoreo (Rui et al., 2012).

Los análisis estadísticos incluirán pruebas post hoc para identificar diferencias específicas entre los tratamientos, lo que permitirá una interpretación más detallada de los efectos del pastoreo en la calidad del suelo. Se espera que este enfoque permita generar conclusiones sólidas sobre la gestión sostenible de pastizales en la región estudiada, contribuyendo a la comprensión de las emisiones de gases de efecto invernadero en función de la intensidad del pastoreo​(atmosphere-12-00541-v2).

Este análisis será esencial para comprender las implicaciones a largo plazo de diferentes estrategias de manejo del pastoreo, especialmente en ecosistemas vulnerables como los de la meseta tibetana. Las conclusiones obtenidas podrían tener aplicaciones en la gestión de praderas en otras regiones montañosas del mundo, donde la sostenibilidad y la conservación de suelos ricos en nutrientes son prioridades clave para la producción ganadera y la mitigación del cambio climático.

# MARCO TEÓRICO

**Diseño Completamente al Azar (DBCA)**

El Diseño Completamente al Azar (DBCA) es un diseño experimental en el cual las unidades experimentales se asignan aleatoriamente a los tratamientos, sin ninguna restricción. Es el diseño más sencillo de experimentación, útil cuando las unidades experimentales son homogéneas y se puede asumir que las diferencias entre ellas se deben únicamente a los tratamientos. Su ecuación básica para modelar los datos es:

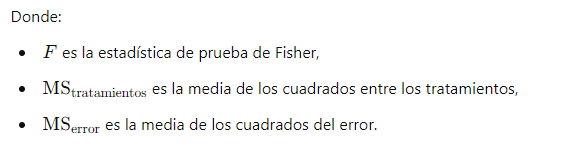
Donde:

* YijY\_{ij}Yij​ es la observación en la unidad experimental jjj que recibe el tratamiento iii,
* μ\muμ es la media general,
* τi\tau\_iτi​ es el efecto del tratamiento iii,
* ϵij\epsilon\_{ij}ϵij​ es el error aleatorio asociado con la unidad experimental jjj bajo el tratamiento iii.

El análisis de los datos se realiza típicamente usando un ANOVA para determinar si hay diferencias significativas entre las medias de los tratamientos (Montgomery, 2017).

**ANOVA (Análisis de varianza)**

El análisis de varianza (ANOVA) es un método estadístico que permite comparar las medias de varios grupos para determinar si hay diferencias significativas entre ellas. ANOVA descompone la variabilidad total en dos componentes: la variabilidad entre los grupos y la variabilidad dentro de los grupos. La ecuación para el ANOVA de un solo factor es:



Si el valor de FFF es significativamente grande, se concluye que existen diferencias significativas entre las medias de los grupos (Fisher, 1954).

**Prueba Kolmogorov-Smirnov**

La prueba de Kolmogorov-Smirnov es una prueba no paramétrica que evalúa si una muestra sigue una distribución específica. Es utilizada para verificar la normalidad de los datos en un análisis ANOVA. La estadística de prueba DDD para esta prueba es:

Si el valor de DDD es suficientemente grande, se rechaza la hipótesis nula de que los datos siguen la distribución especificada (Massey, 1951).

**Prueba de Bartlett**

La prueba de Bartlett es un test estadístico que evalúa la homogeneidad de las varianzas entre varios grupos. Es utilizada comúnmente en ANOVA para verificar que las varianzas sean homogéneas, lo cual es un supuesto clave. La estadística de prueba de Bartlett es:

**Prueba de Tukey**

**Prueba de Durbin-Watson**

# METODOLOGÍA

**4.1. Descripción de las bases de la información analizada**

**Figura 1.** Datos principales de (a) Tesis para optar el Grado de Maestría (b) artículo de la caracterización de ambas especies de bambú y (c) artículo de su potencialidad como nanocelulosa de Prado *et al.* (2019-2024)

**4.2. Metodología empleada**

**Figura 2.** Flujograma metodológico empleado en el presente trabajo

**4.3. Datos**

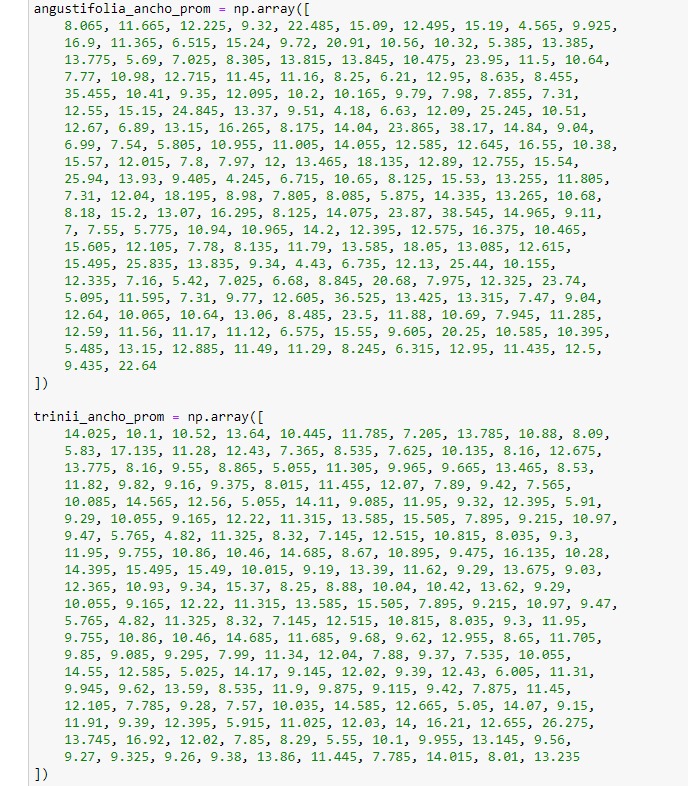
Para este estudio, se utilizaron los valores obtenidos del ancho promedio de 200 fibras pertenecientes a dos variedades de la especie *Guaduas*.

**Figura 3.** Datos promedio de ancho de *Guadua trinii* y *Guadua angustifolia*.

**4.4. Procedimiento metodológico**

* + - * 1. ***Obtención de datos***
        2. ***Preprocesamiento de datos***

El ancho se determinó mediante el promedio de dos mediciones realizadas en cada fibra, debido a su morfología fusiforme. Estos datos resultan de relevancia, ya que permiten deducir el espesor de la pared de la fibra, así como evaluar su aptitud para la producción de papel y su potencialidad para la obtención de nanocelulosa. Estos datos fueron ingresados al lenguaje de programación Python.



**Figura 4.** Array de Python con 200 datos promedio de ancho de fibra para las especies *Guadua trinii* y *Guadua angustifolia*.

* + - * 1. ***Modelo estadístico analizado***
        2. ***Aplicación de pruebas estadísticas***

Las pruebas estadísticas a aplicar serán: ANOVA, Shapiro Wilk, Tukey, Bartlett, Dunn y Durbin-Watson.

# RESULTADOS Y DISCUSIONES

**5.1. Análisis de los datos**

* 1. **Pruebas estadísticas de DBCA**
     + - 1. **Análisis de Varianza (ANOVA)**
         2. **Prueba Kolmogorov-Smirnov**
         3. **Prueba de Tukey**
         4. **Prueba de Bartlett**
         5. **Prueba de Durbin-Watson**
         6. **Prueba de Dunn con Corrección de Bonferroni**

# CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

# REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

# ANEXOS

**Anexo 1.** Cálculos para DCA

**Anexo 2.** Script de los datos analizados