



# Integrando la Percepción Remota Satelital con Datos de Campo de Productores de Arroz: Relación entre Rendimiento, Índices de Vegetación y Manejo del Cultivo

Ignacio Macedo, Alvaro Roel, Jose A Terra, Jesus Castillo, and Cameron M. Pittelkow.

Panamá-Junio 2024.



# INTRODUCCION

- El seguimiento de cultivos con tecnologías de percepción remota está cada vez más en auge en la agricultura.
- Para mejorar la productividad de cultivos y la eficiencia en el uso de insumos es importante comprender la relación entre el rendimiento y los factores de manejo. Es clave contar con índices espectrales vegetales capaces de detectar esas diferencias para ayudar en la toma de decisiones.



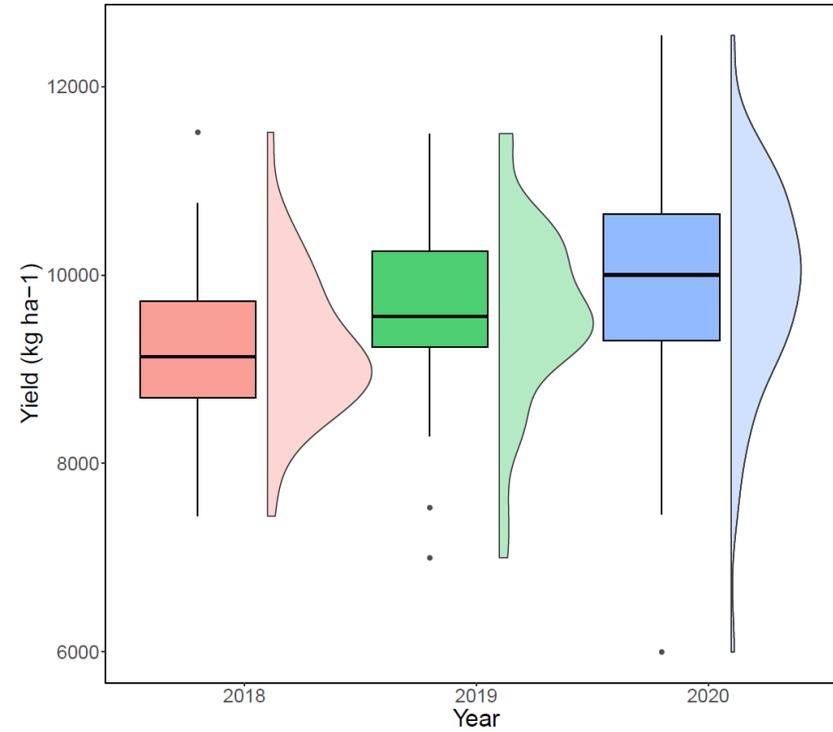
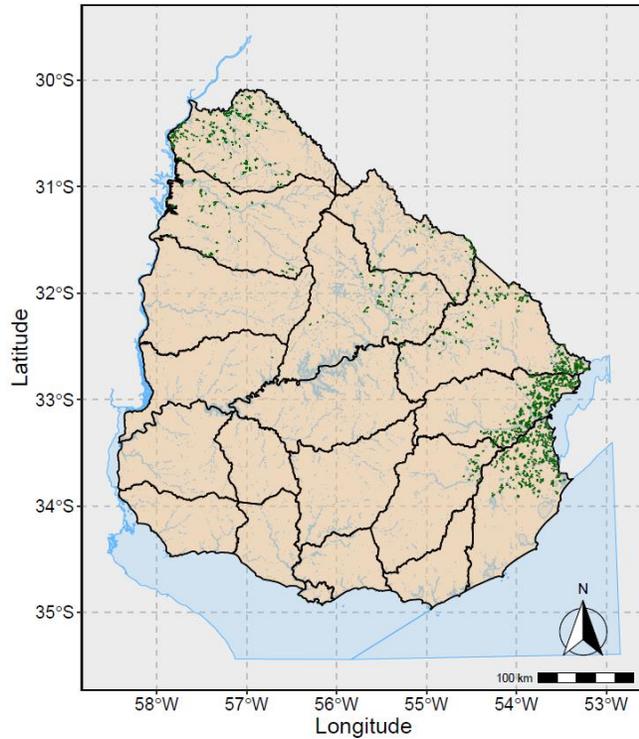
# OBJETIVOS

- Determinar las probabilidades de lograr rendimientos superiores, medios o inferiores cuando el **índice de vegetación o AUC** se clasifica como bajo, medio o alto en la etapa primordio R0 (iniciación de panícula).
- Analizar cómo las prácticas de manejo de cultivos influyen tanto en el rendimiento como en el índice de vegetación.
- Examinar los efectos de las prácticas de manejo del cultivo y la información del índice de vegetación en el rendimiento.



# BASE DE DATOS

## Chacras de Productores con cultivar INIA Merín



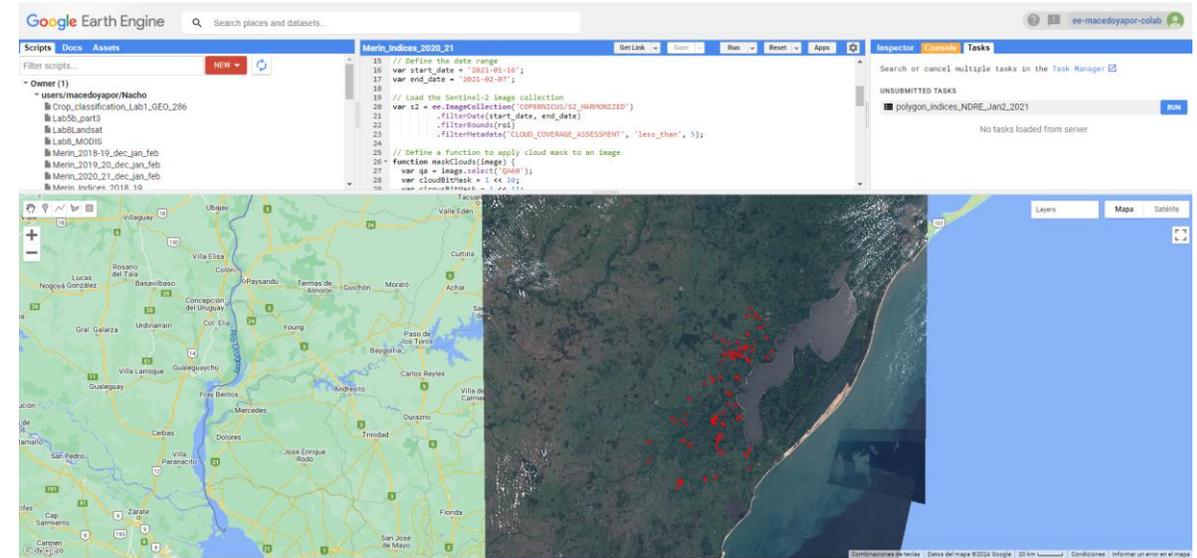


# BASE DE DATOS

Base de datos de productores #142 (siembra de octubre)

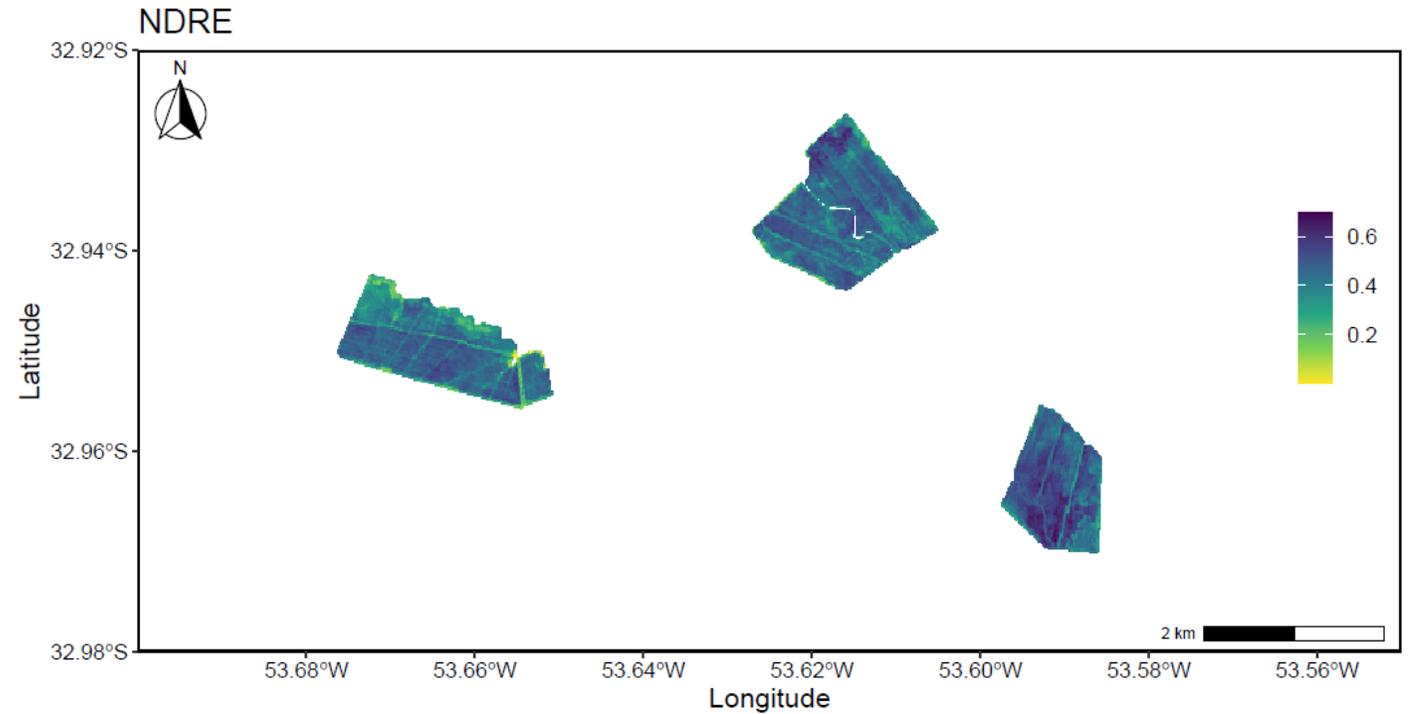
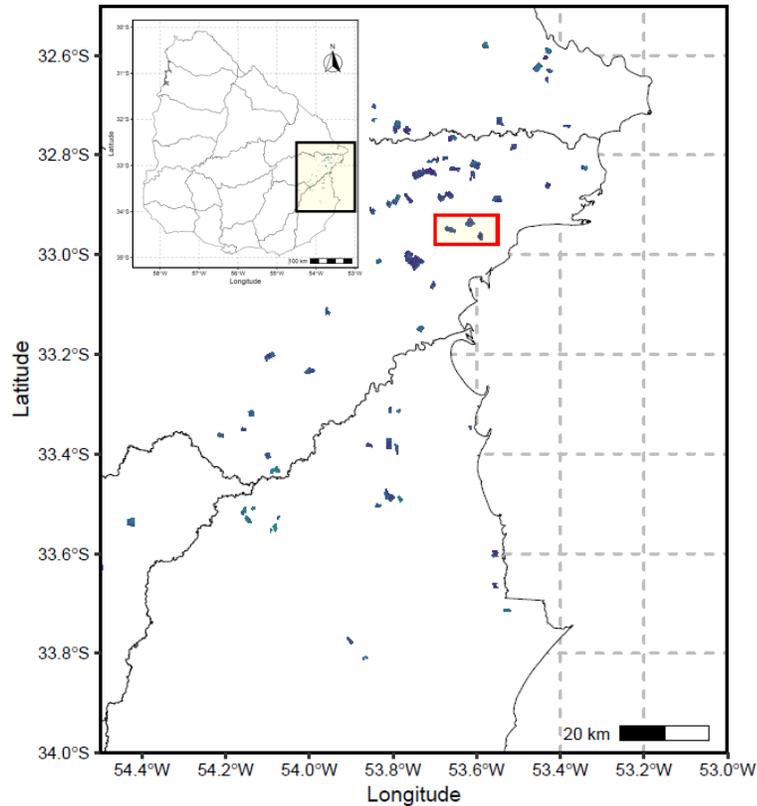
Información Satelital con Google Earth Engine (Sentinel 2)

ID	Ingeniero	Chacra	Zafra	Lote	Densidad	Metodo	Tratamien	Has	Potencial	Historia	Laboreo.N	Laboreo.T	Variedad	Nacimient	Inicio Siem	Fin Siembra	Emergenci	N	P	K	Micronutri	Fert_Maxc	X
1	Eduardo SI Una	17-18	3836	162.5	Directa Sin Std-Thiam	90	Alto	Retorno s/ Lab Ver	Labranza (El Paso 14)	Muy Buen	#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####	10	46	18	N	Urea
2	Eduardo SI La pravian	17-18	3837	162.5	Directa Sin Std-Thiam	134	Alto	Retorno s/ Lab Ver	Labranza (El Paso 14)	Muy Buen	#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####	10	46	18	N	Urea
3	Eduardo SI Corrales	17-18	3620	162.5	Directa Sin Std-Thiam	39	Medio	Rastrojo A Lab Prim	Afinado+L El Paso 14	Despareja	#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####	12	58	22	N	Urea Verd
4	Eduardo SI Corrales	17-18	3621	162.5	Directa Sin Std-Thiam	54	Medio	Retorno c/ Lab Ver+L	Labranza (L Quebrach)	Pareja	#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####	12	59	22	N	Urea Verd
5	Eduardo SI La pravian	17-18	3894	162.5	Directa Sin Std-Thiam	34	Medio	Retorno c/ Lab Prim	Afinado+L Quebrach	Despareja	#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####	12	58	22	N	Urea Verd
6	Eduardo SI Corrales	17-18	3895	162.5	Directa Sin Std-Thiam	90	Medio	Retorno c/ Lab Prim	Labranza (El Paso 14)	Pareja	#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####	12	59	22	N	Urea Verd
7	Eduardo SI Poder-Bo	17-18	3612	135	Directa Sin Std-Thiam	118	Alto	Retorno c/ Lab Ver+L	Labranza (E INIA Merir)	Muy Buen	#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####	2	24	24	S	Urea Verd
8	Eduardo SI Los Molles	17-18	3613	162.5	Directa Sin Std-Thiam	166	Alto	Retorno c/ Lab Ver	Afinado+L El Paso 14	Despareja	#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####	1	24	24	N	Urea Verd
9	Eduardo SI Poder-Bo	17-18	3892	162.5	Directa Sin Std-Thiam	95	Alto	Retorno c/ Lab Ver+L	Labranza (L Tacuari)	Pareja	#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####	7	44	0	N	Urea Verd
10	Eduardo SI Juan Pablo	17-18	3495	162.5	Directa Sin Std-Thiam	189	Bajo	Rastrojo s/ Lab Ver+L	Afinado+L El Paso 14	Intermedio	#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####	3	28	39	N	Urea Verd
11	Eduardo SI Albanel	17-18	3497	162.5	Convencio Std-Thiam	87	Medio	Retorno c/ Lab Ver+L	Labranza (El Paso 14)	Pareja	#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####	3	28	39	S	Urea Verd
12	Eduardo SI Achiras	17-18	3857	135	Directa Sin Std-Thiam	59	Medio	Retorno c/ Lab Ver+L	Labranza (El Paso 14)	Pareja	#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####	3	28	39	S	Urea Verd
13	Eduardo SI Achiras	17-18	3858	105	Directa Sin Std-Thiam	95	Medio	Retorno c/ Lab Ver+L	Labranza (L Guri Inta C)	Pareja	#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####	3	28	39	S	Urea Verd
14	Eduardo SI Achiras	17-18	3859	162.5	Directa Sin Std-Thiam	202	Medio	Rastrojo s/ Lab Ver+L	Labranza (L Tacuari)	Pareja	#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####	3	28	39	S	Urea Verd
15	Eduardo SI Achiras	17-18	4089	105	Directa Sin Std-Thiam	12	Medio	Retorno c/ Lab Ver+L	Labranza (L CL 212)	Pareja	#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####	3	28	39	S	Urea Verd
16	Eduardo SI Achiras	17-18	4129	162.5	Directa Sin Std-Thiam	2	Medio	Rastrojo s/ Lab Ver+L	Labranza (L XP113)	Pareja	#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####	3	28	39	S	Urea Verd
17	Eduardo SI Bomba	17-18	3606	135	Directa So Std-Thiam	237	Medio	Retorno c/ Lab Ver	Labranza (El Paso 14)	Pareja	#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####	9	39	0	N	Urea
18	Eduardo SI Corrales	17-18	3607	135	Directa Sin Std-Thiam	130	Medio	Retorno s/ Lab Ver+L	Labranza (El Paso 14)	Pareja	#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####	9	39	0	N	Urea
19	Eduardo SI Corrales	17-18	3839	135	Directa Sin Std-Thiam	112	Medio	Retorno s/ Lab Prim	Landplane El Paso 14	Pareja	#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####	9	39	0	N	Urea
20	Eduardo SI Bomba	17-18	3840	135	Directa So Std-Thiam	98	Medio	Rastrojo A Lab Prim	Landplane El Paso 14	Pareja	#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####	9	39	0	N	Urea
21	Eduardo SI Estancia	17-18	3600	135	Convencio Std-Thiam	340	Medio	Rastrojo A Lab Prim	Reacidic Quebrach	Pareja	#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####	8	40	40	N	Urea Verd
22	Eduardo SI El Tigre	17-18	3601	135	Directa So Kit 1-Syner	53	Medio	Rastrojo A Lab Prim	Reacidic Tacuari	Muy Buen	#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####	8	40	40	N	Urea Verd
23	Eduardo SI Gallo y Ser	17-18	3602	135	Directa So Kit 1-Syner	85	Medio	Retorno c/ Lab Ver+L	Afinado+L Tacuari	Pareja	#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####	10	49	19	N	Urea Verd
24	Eduardo SI Gallo y Ser	17-18	3888	135	Directa So Kit 1-Syner	110	Medio	Retorno c/ Lab Ver	Afinado+L Parao	Muy Buen	#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####	14	62	24	N	Urea Verd
25	Eduardo SI Gallo y Ser	17-18	3889	135	Directa So Kit 1-Syner	148	Alto	Retorno c/ Lab Prim	Landplane Parao	Muy Buen	#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####	11	48	18	N	Urea Verd
26	Eduardo SI Gallo y Ser	17-18	3890	135	Directa So Std-Thiam	87	Alto	Retorno c/ Lab Prim	Labranza (E INIA Merir)	Pareja	#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####	10	49	19	N	Urea Verd
27	Eduardo SI Gallo y Ser	17-18	4037	135	Directa So Kit 1-Syner	40	Alto	Retorno c/ Lab Prim	Landplane Parao	Muy Buen	#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####	11	48	18	N	Urea Verd





# Procesamiento de base de datos:

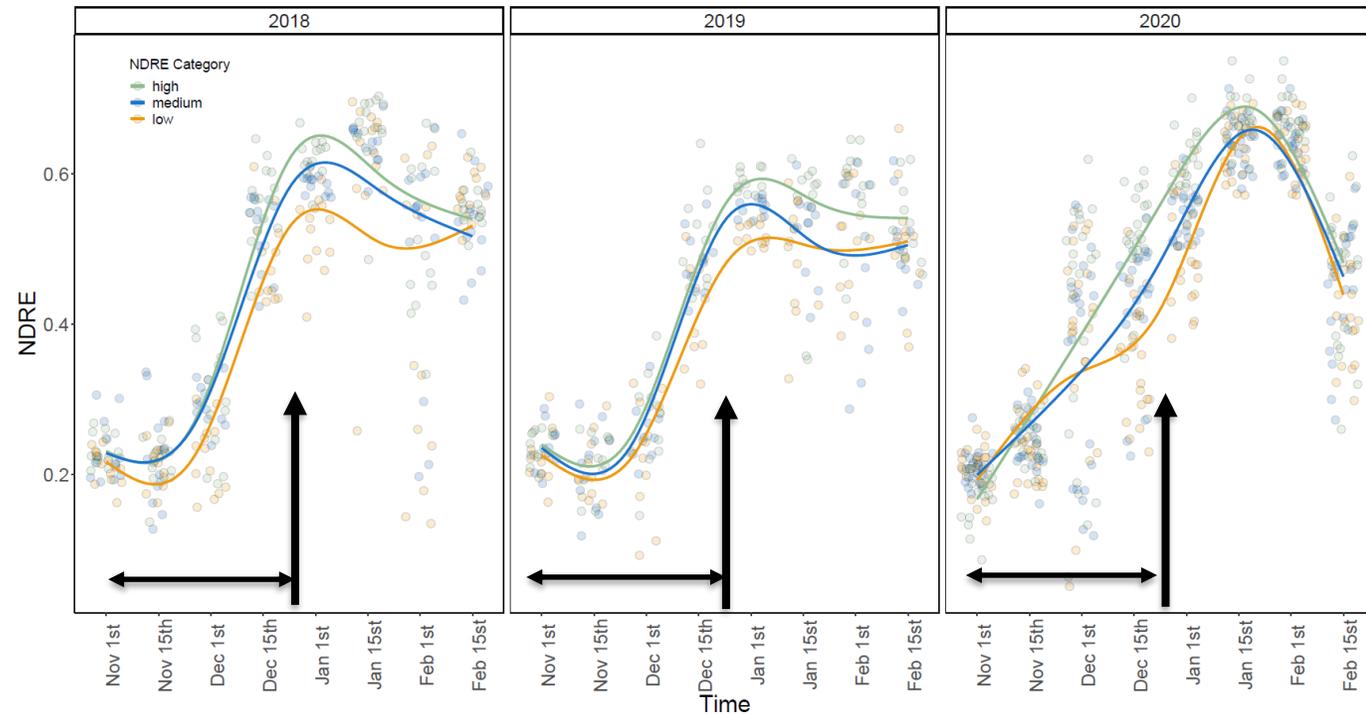
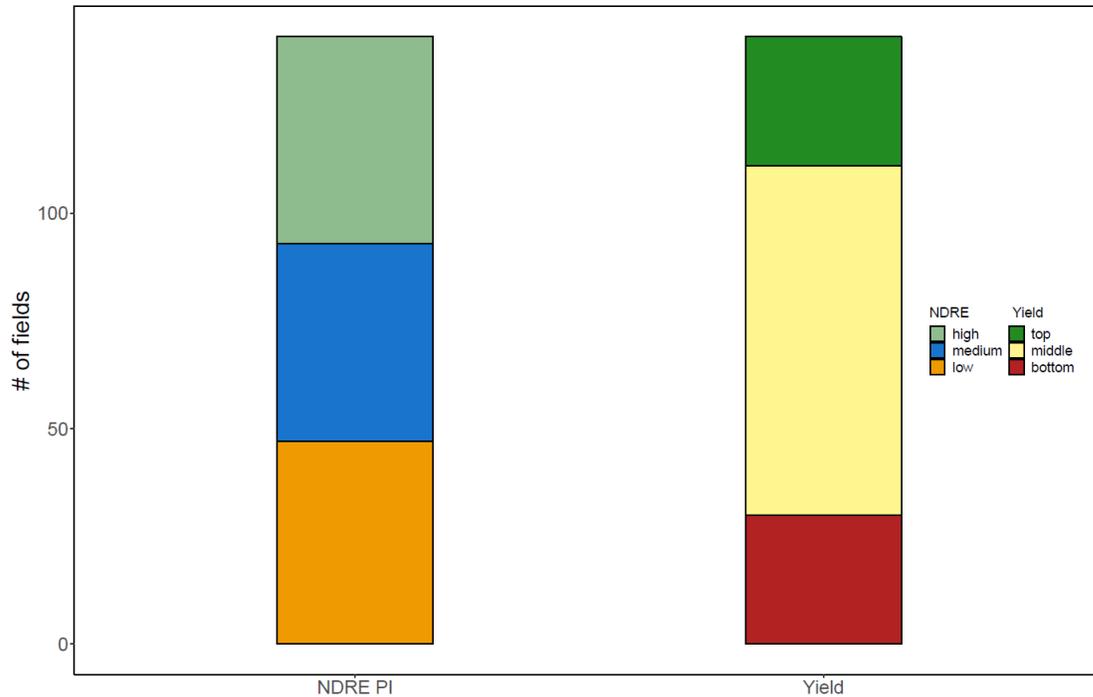


NDRE:  $\text{NIR-RE}/\text{NIR+RE}$



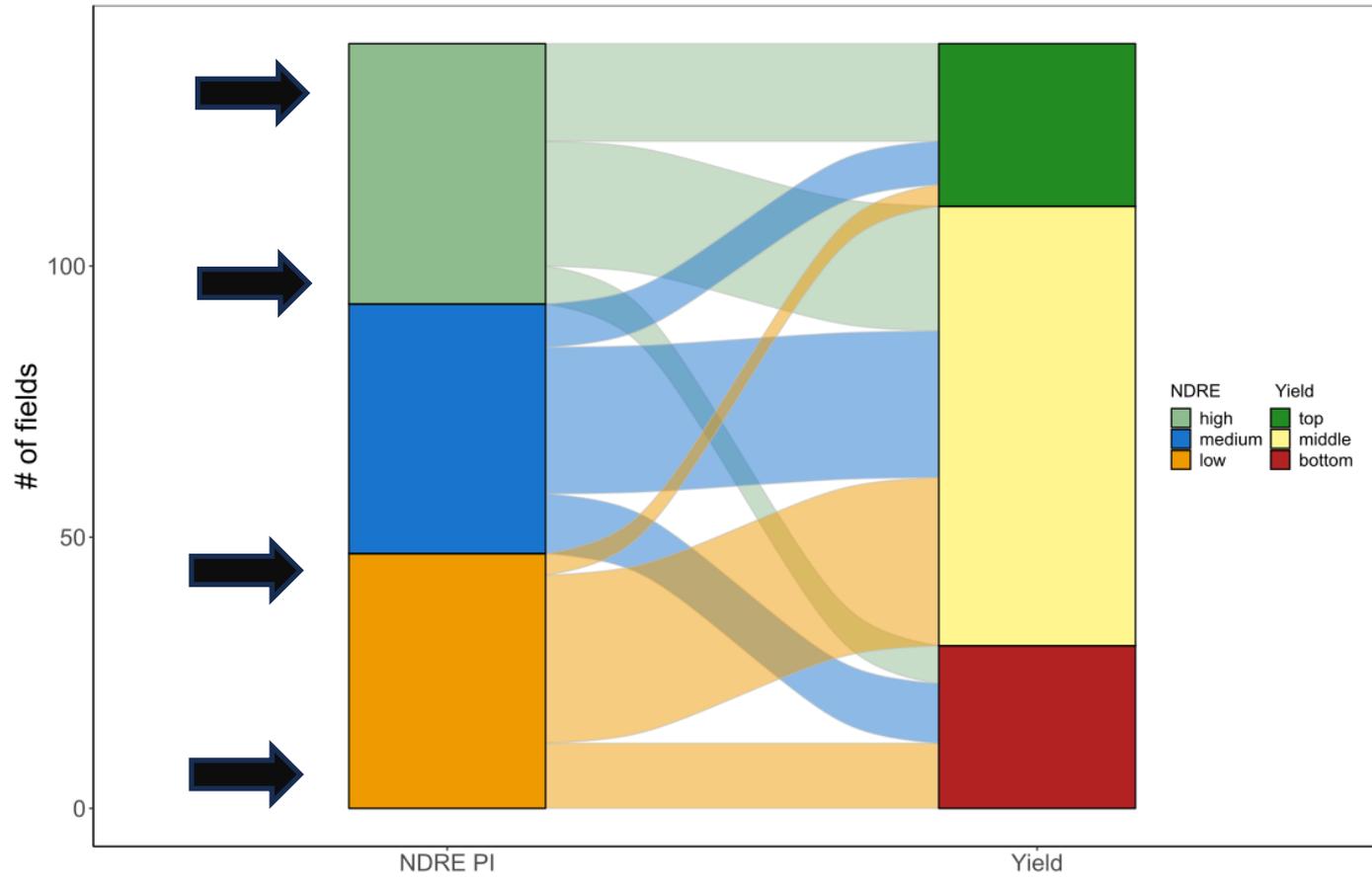
# ANÁLISIS

## Clasificación de chacras según NDRE a PI, AUC hasta PI y rendimiento para cada año





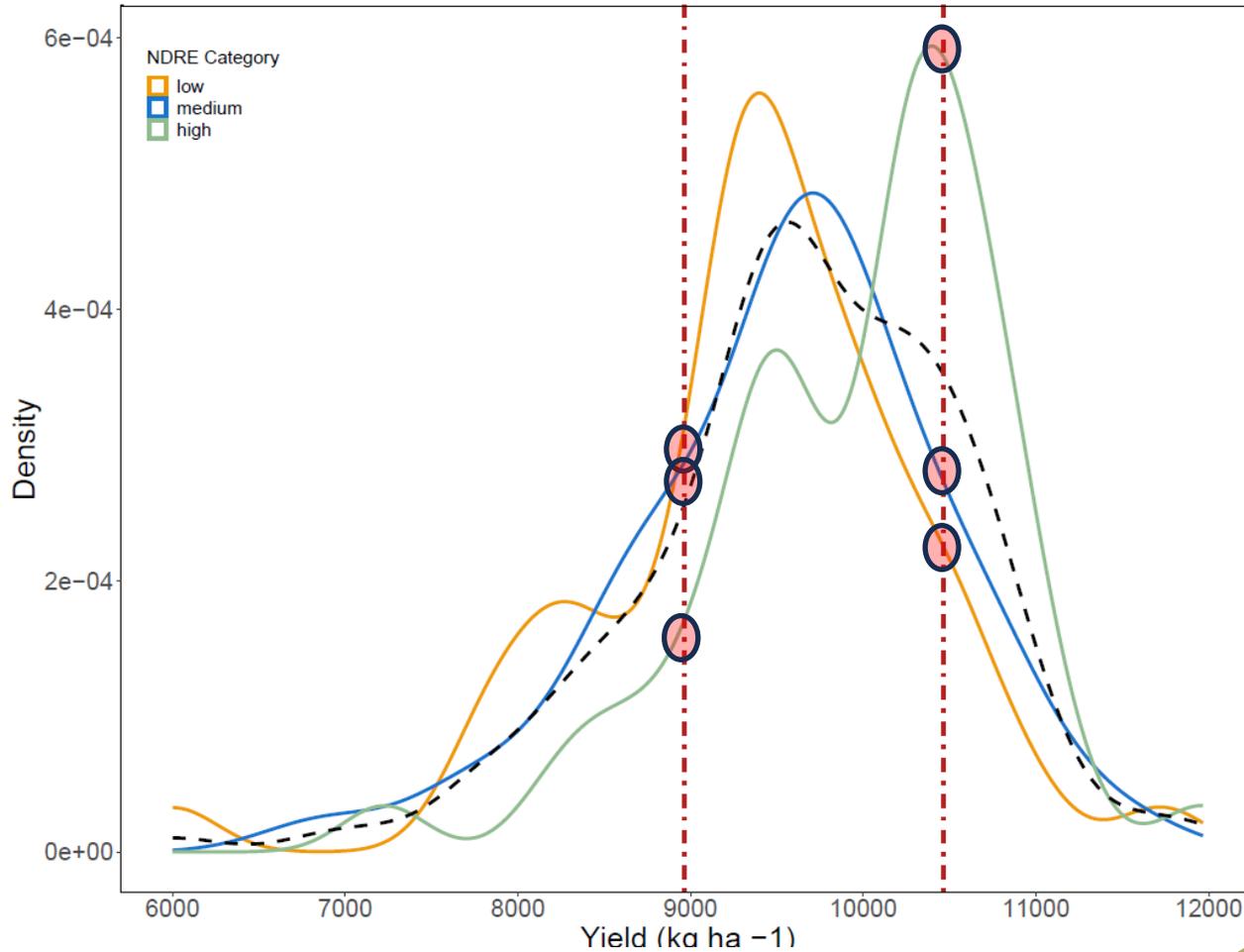
# RESULTADOS



Cuando se evaluó por área debajo de la curva no cambiaron las proporciones ( $r=0.25$  y  $0.29$ )



# Densidad de Rendimientos





# Probabilidad de Altos y Bajos Rendimientos

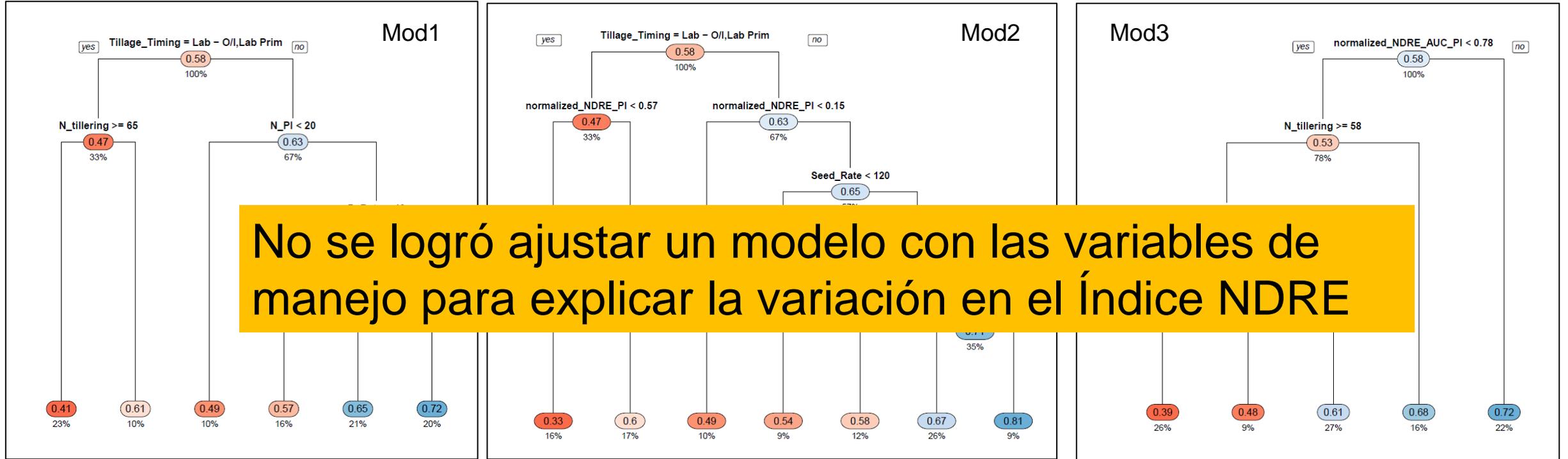
Menor a  
~ 8900 kg/ha

Mayor a  
~ 10600 kg/ha

NDRE Categoría	Prob. Bajos Rendimientos (20%)/pvalue	Prob. Altos Rendimiento (80%)/pvalue
Bajo	26.4/0.97	11.1/0.99
Medio	24.5/0.89	15.9/0.75
Alto	12.2/0.0136*	30.3/0.0000**



# Arboles de Regresión



Rendimiento ~ Manejo

20%

Rendimiento ~ Manejo + Índice espectral

30%

Rendimiento ~ Manejo + AUC Índice espectral 30%



# MENSAJES FINALES

- Existió un menor riesgo de bajas productividades y una mayor chance de altas productividades cuando los cultivos tuvieron un índice de vegetación alto a R0.
- La inclusión del NDRE en los modelos mejoró la variabilidad explicada en rendimiento.
- A los efectos de evaluar las proporciones de altos, medios o bajos rendimientos dio lo mismo usar una imagen de NDRE entorno a primordio que el área debajo de la curva hasta ese momento.
- Mejorar la resolución temporal de las imágenes podría mejorar el análisis.
- Múltiples trabajos en marcha a distintas escalas para entender mejor estos procesos.



# ¡GRACIAS!



[imacedo@inia.org.uy](mailto:imacedo@inia.org.uy)



### 5000 Bootstrapping realizations for yield p80

